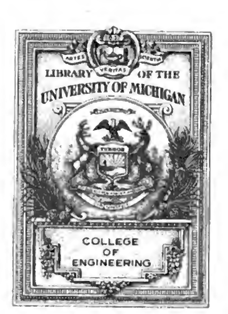
DIE LONDONER UNTERGRUNDBAHNEN

Ludwig Troske




ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
COLLEGE
OF
ENGINEERING



With M. L. Trowbe's Compliments.

Sonder-Abdruck

aus der

Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure

1891 und 1892.

Vorwort.

Ueberaus rege und zahlreich sind in den letzten Jahren die Bestrebungen gewesen, in den grofsen Städten Stadtbahnen in's Leben zu rufen, um den mächtig gesteigerten Strafsenverkehr zu entlasten. Für eine Reihe von Orten, wie Paris, Rom, Wien, sind derartige Bahnen wiederholt schon geplant und wenigstens für die letztere Stadt der Ausführung nahe gebracht worden. In anderen Städten, wie Glasgow, Liverpool und an verschiedenen Orten der Vereinigten Staaten sind Stadtbahnen zur Zeit in der Ausführung begriffen, und in denjenigen 3 Städten, welche bereits seit längeren Jahren sich einer solchen Bahn erfreuen — London, New York, Berlin — werden Neubauten und Erweiterungen der bestehenden Anlagen geplant, weil letztere nicht mehr den Verkehrsanforderungen genügen.

Die älteste Stadtbahn besitzt London; sie wurde bereits 1860 in Angriff genommen. Dann begann anfangs der 70er Jahre der Bau der New Yorker Hochbahnen, wiederum fast 10 Jahre später der der Berliner Hochbahn, und 1890 endlich wurde in London die elektrische Untergrundbahn eröffnet und damit ein neues Tiefenbahnsystem eingeführt.

Den Vorzug unter den bestehenden Stadtbahnen verdient in Bezug auf äufsere Erscheinung und Annehmlichkeit des Fahrens die Berliner; die mangelhaftesten von allen sind bekanntlich die New Yorker Hochbahnen, da sie die Stadt verunstalten, die benachbarten Häuser entwerthen und die Anwohner durch Lärm und Rauch stark belästigen. Bei den mit Dampflokomotiven betriebenen Londoner Untergrundbahnen wird namentlich über schlechte Lüftung auf der Bahn selbst geklagt. Die letzteren sind für die anderen Stadtbahnen vorbildlich gewesen, sei es in bezug auf Betrieb — Berlin, New York — sei es in bezug auf Bauausführung; die jetzt im Bau befindliche unterirdische Zentralbahn in Glasgow wird ganz nach dem Muster jener angelegt. Aber auch die neueste, elektrisch betriebene Londoner Untergrundbahn hat schon für eine Reihe von Entwürfen zu Stadtbahnen in Europa und Amerika als Vorbild gedient und wird zweifellos in der Folge immer mehr Nachahmung finden.

Es erscheint daher in Anbetracht des Interesses, das jetzt allgemein den Stadtbahnen gewidmet wird, gerechtfertigt, die Schilderung der Londoner Untergrundbahnen, welche ich in den Jahrgängen 1891 u. 1892 der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure veröffentlicht habe, als Sonderabdruck erscheinen zu lassen, um so mehr, als mir von verschiedenen Seiten der Wunsch nach einer derartigen Drucklegung ausgesprochen ist. Möge diese Arbeit eine nachsichtige Beurteilung finden.

Zu besonderem Danke bin ich der Redaktion der genannten Zeitschrift verpflichtet für die reiche Ausstattung des Aufsatzes mit Figuren, zu denen gröfstenteils die beteiligten englischen Ingenieure mir in liebenswürdigster Weise die Unterlagen zur Verfügung gestellt haben.

Magdeburg, im Januar 1892.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichniss.

A. Lokomotivbahnen.

B. Die elektrische Bahn.

Die Londoner Untergrundbahnen.

(Sonderabdruck aus der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band XXXV Seite 145 u. f.)

A. Lokomotivbahnen.

Im »Lande der Eisenbahnen« ziehen die in London, Liverpool und Glasgow ausgeführten unterirdischen Bahnlinien wohl die besondere Aufmerksamkeit eines jeden Fachmannes auf sich; namentlich sind es die Londoner Untergrundbahnen, denen in hervorragender Weise Beachtung geschenkt wird.

Mit Recht! Fordert zunächst einerseits die durch diese Bahnen gebotene vorzügliche Verkehrserleichterung sowie ihr musterhaft durchgeführter Betrieb die Anerkennung eines jeden Reisenden heraus, so lockt anderseits auch die Erkenntnis der überaus grofsen Schwierigkeiten, die sich dem Bahnbau entgegenstellten, sowie die Art ihrer Ueberwindung zu eingehendem Studium der Gesammtanlagen an. Eine Fülle des Beachtenswerten und des Neuen bietet sich auf diesen Bahnen dem Techniker dar; er findet hier ein dankbares Feld für die Bereicherung seiner Kenntnisse und die Erweiterung seiner Anschauungen.

Der Stadtbahnverkehr in der Riesenstadt von 316 qkm Flächenausdehnung und rd. 5 Millionen Einwohnern ist ein ganz gewaltiger. Die Verhältnisse sind geradezu staunenswert. Wurden doch im Jahre 1886 — wie weiter unten noch näher dargelegt ist — allein auf den Untergrundbahnen über 121 Millionen Menschen befördert. Etwa 120 Millionen wurden durch die Trambahnen, ungefähr 90 Millionen durch die allgemeine Omnibusgesellschaft und nahezu 30 Millionen durch die London Road Car Company und die Eisenbahn-Omnibusse gefahren.

Es sind demnach in London durch die genannten Verkehrsmittel zusammen über 361 Millionen Menschen in einem Jahre befördert worden. Gewiss eine unerreicht dastehende Zahl, die aber noch erheblich gesteigert wird durch den überaus regen Stadt- und Vorortverkehr der in jener Stadt einmündenden grofsen Hauptbahnen. Unter diesen steht beispielsweise die London and South Eastern-Bahn mit ihren gewaltigen Kopfbahnhöfen: Charing Cross, Cannon Street und London Bridge obenan. Laufen doch auf der ersten dieser 3 Stationen an gewöhnlichen Wochentagen nicht weniger als 472 Züge ein und aus, während auf der Cannon Street-Station sogar 800 fahrplanmäfsige Züge täglich ein- und ausgehen, eine Zahl, die an besonderen Tagen (Wettrennen, Wettrudern, Bankfeiertagen usw.) nicht unerheblich noch gesteigert wird. Der gröfste Teil dieser Züge dient lediglich dem Stadt- und Vorortverkehr, der in den Morgen- und Abendstunden (vor Beginn und nach Schluss der Geschäftszeit) besonders lebhaft entwickelt ist.

Aehnliche Verhältnisse, wenn auch nicht in solcher Ausdehnung, zeigen die übrigen Hauptbahnen, namentlich die London and North Western- und die London, Chatham and Dover-Eisenbahn. Nach einem in der Society of Arts gehaltenen Vortrage des Engländers Stephen Jeans über die Londoner Verkehrsverhältnisse befördern die Hauptbahnen Londons jährlich über 200 Millionen Menschen. Die durch Trambahnen, Omnibusse, Untergrund- und Hauptbahnen in London in einem Jahre beförderte Zahl der Fahrgäste stellt sich sonach auf mehr denn 561 Millionen, wovon etwa 321 Millionen auf die Eisenbahnen entfallen.

Vergleichen wir hiermit die Berliner Verkehrsverhältnisse.

Nach dem Archiv für Eisenbahnwesen 1888 betrug die Zahl der Reisenden, welche die Berliner Stadtbahn benutzten, 18272653. Hiervon entfallen auf den Stadt- und Ringbahnverkehr 15452578, auf den Vorortverkehr 1907684 und auf den Fernverkehr 912391. In diesen Zahlen sind die gelösten Rückfahr-, Zeit- und Arbeiterkarten nur als einfache Fahrkarten berücksichtigt, und es ist ferner beim Fernverkehr die Zahl der auf den Ferngeleisen der betreffenden Stadtbahnstationen ankommenden Personen, sowie die Zahl der Inhaber von Rundreisekarten nicht einbegriffen. In den 15452578 Reisenden der Stadt- und Ringbahn sind 7846 Inhaber von Zeit- und 310135 Inhaber von Arbeiterkarten (80891 Tages- und 229244 Wochenkarten) enthalten, desgl. im Vorortverkehr 941900 Rückfahr-, 3822 Zeit- und 158367 Arbeiterkarten (104196 Tages- und 54171 Wochenkarten) und im Fernverkehr 205391 Inhaber von Rückfahr- und Sommerkarten, sowie 3 von Zeitkarten. Unter der Annahme der vollen Ausnutzung der Rückfahr- und Arbeiterkarten haben 22722596 Reisende die Stadtbahngeleise benutzt, wozu ferner noch die Reisen der 11671 Inhaber von Zeitkarten, sowie die auf den Ferngeleisen der Stadtbahn ankommenden und auf ihnen mit Rundreisekarten abfahrenden Personen zu rechnen sind. Insgesammt wird die Zahl von rd. 25 Millionen Menschen in Ansatz zu bringen sein. — Die von den übrigen Berliner Bahnhöfen (Potsdamer, Anhalter usw.) abgefahrenen Personen betrugen nach derselben Quelle zusammen 3453255. Nimmt man die Zahl der

auf diesen Stationen ankommenden Reisenden ebenso grofs an, welche Zahl mindestens erreicht werden dürfte, so stellt sich der auf diesen Bahnhöfen stattgehabte Verkehr auf rd. 7 Millionen, der gesammte Personenverkehr der Berliner Eisenbahnen also auf ungefähr 32 Millionen.

Diesen stehen in London etwa 321 Millionen Reisende, also die 10fache Zahl, gegenüber.

Es ist aber hierbei zu beachten, dass in Berlin der Schwerpunkt des städtischen Verkehrs in den Pferdeeisenbahnen liegt. Von diesen bestehen dort 3 Linien (Grofse Berliner Pferdebahn, Berliner Pferdebahn [Berlin-Charlottenburg] und Neue Berliner Pferdebahn), die im Jahre 1888 zusammen 117009710 Personen beförderten, davon die Grofse Berliner Pferdebahn allein 102150000[1]).

Die Omnibusgesellschaft endlich beförderte in demselben Jahre laut ihres Rechenschaftsberichtes 22299359 Personen. Es sind demnach durch die Eisenbahnen, Pferdebahnen und Omnibusse Berlins rd. 171310000 Fahrgäste in einem Jahre befördert worden. In dieser Summe sind für die Eisenbahnen die Zahlen des Betriebsjahres 1886/87 eingesetzt, während für die Pferdebahnen und Omnibusse das Jahr 1888 zu grunde gelegt wurde. Erstere weisen seit jener Zeit eine stetige Zunahme des Verkehrs auf[2]); für das Jahr 1888 würde sonach der vorstehende Gesammtwert noch eine kleine Steigerung erfahren. Zieht man in betracht, dass London mehr als das dreifache an Einwohnern besitzt wie Berlin, so zeigt sich, dass das Verhältnis der Summe der der genannten Verkehrsmittel sich bedienenden Personen zu der betreffenden Einwohnerzahl in beiden Städten nicht erheblich von einander abweicht.

I. Allgemeine Anordnung des Bahnnetzes und seine Anschlüsse an die Hauptbahnen Londons.

Der auf Taf. V beigegebene Lageplan des gesammten Londoner Eisenbahnnetzes zeigt die Untergrundbahnen mit ihren Anschlüssen an die oberirdischen Linien. Die Strecken der ersteren, welche zwei besonderen Gesellschaften — der Metropolitan Railway und der Metropolitan District Railway — angehören, sind in dem Plan in roten Linien eingetragen, während diejenigen der Londoner Bahnen (einschliefslich der fast gänzlich unterirdischen East London Ry.), auf denen auch Züge der Hauptlinie (Inner Circle) der Untergrundbahnen laufen, durch rote und schwarze Linien wiedergegeben sind; die übrigen oberirdischen Bahnen sind durch schwarze Linien dargestellt.

I. Inner Circle. Wie aus dem Lageplan ersichtlich, unterfährt die Hauptlinie der Untergrundbahnen in einer unregelmäfsig gestalteten Ellipse auf dem Nordufer der Themse den mittleren Teil von London, durchzieht östlich den ältesten Teil der Stadt, die City, die eigentliche Geschäftsstadt, in dieser nahe der Bank, der Börse und dem Hauptpostamt ihren Weg nehmend, während sie westlich den durch seine Park- und Gartenanlagen ausgezeichneten Teil des Londoner Häusermeeres durchläuft. Dieser geschlossene Ringzug heifst der Inner Circle (Innenring) und ist das wichtigste Glied der unterirdischen Anlage. Seine gröfste Achse von West nach Ost (Kensington—Aldgate) beträgt 8 km, während der Abstand des nördlichen Geleiszuges vom südlichen in der westlichen Hälfte 2,9 km, in der östlichen jedoch nur etwa 0,9 km beträgt. Hier laufen beide Linien fast parallel zu einander in der angegebenen geringen Entfernung, ein Umstand, der auf den Verkehr dieses Abschnittes von ungünstigem Einfluss ist. Beispielsweise ergiebt sich die Entfernung der beiden Stationen Blackfriars und Farringdon Street auf dem kürzesten Strafsenwege zu rd. 1 km, auf dem Gleiswege über Aldgate aber zu 4,4 km.

Die ganze Länge des Innenringes beträgt 20,881 km, auf welcher 27 Stationen berührt werden. Der nördliche Teil (South Kensington — Edgware Road — Aldgate) gehört der Metropolitan Railway Co., der südliche (South Kensington —Blackfriars—Mansion House) der District-Co., während das Schlussstück (Mansion House—Aldgate) gemeinsames Eigentum beider Eisenbahngesellschaften ist.

II. Middle Circle. Im Westen schliefst sich an den Innenring eine halbkreisähnliche Linie, der Middle Circle (Mittelring) an. Dieser Geleiszug mündet bei Brompton Junction (Süden) und Praed Street Junction (Norden) in den Innenring ein. Mit Ausnahme der nördlichen, 0,895 km langen Anschlussstrecke Praed Street Junction — Bishop's Road ist dieser Mittelring ganz oberirdisch durchgeführt. Er ist Eigentum von 4 Eisenbahngesellschaften, oder richtiger, wird gebildet durch Geleisstrecken 4 verschiedener Bahnen, vorzugsweise allerdings durch solche der Great Western Railway.

Es gehört die Teilstrecke:

Praed Street Junction — Bishop's Road der Metropolitan Railway,

Bishop's Road—Westbourne Park der Great Western Railway,

Westbourne Park—Uxbridge Road der Hammersmith and City Railway, welche gemeinsames Eigentum der Metropolitan und Great Western-Bahn ist,

Uxbridge Road—Earl's Court Junction der von der Great Western und der London and North Western Railway gemeinschaftlich auf 999 Jahre gepachteten West London-Bahn und

Earl's Court—Brompton Junction der District Railway an.

An den Mittelring sind 8 Stationen angeschlossen. Sein Betrieb erfolgt nur in Verbindung mit dem des Innenringes und wird durch die Great Western-Eisenbahngesellschaft ausgeübt. Während aber auf dem letzteren ein geschlossener Ringbetrieb herrscht — abgesehen von den ihn auch befahrenden Vorortzügen —, ist solches für den Mittelring nicht der Fall; vielmehr laufen diese Züge von Aldgate aus westlich über King's Cross, Bishop's Road, Addison Road, Earl's Court usw. bis nach Mansion House und von hier aus in umgekehrter Richtung wieder nach Aldgate. Einzelne Teile dieses Mittelringes werden jedoch — mit 3 Ausnahmen (Outer C.-Züge, G. W.-Kensington-Züge zwischen Aldgate und Addison Road (über King's Cross), sowie Hammersmith- und Richmond-Züge der Metropolitan-Bahn) — unabhängig von dem Untergrundbahnbetriebe durch Züge der beteiligten Hauptbahnen befahren, und zwar in erheblich stärkerem Mafse als der eigentliche Mittelring.

Zwischen der Great Western- und der District-Bahn bestand früher ein unmittelbarer Durchgangsverkehr; die betreffenden Züge liefen von den District-Stationen bis nach der Great Western-Station Windsor bezw. nach den Zwischenstationen und umgekehrt. Nach einer Mitteilung des Hrn. Lambert, Generaldirektors der Great Western-Bahn, zeigte sich jedoch, dass ein öffentliches Bedürfnis hierfür nicht vorlag, und es wurden infolgedessen die Durchgangszüge wieder zurückgezogen. Jetzt müssen die Reisenden beim Uebergange von der District- auf die andere genannte Bahn in Addison Road, Bishop's Road, Westbourne Park oder Ealing umsteigen.

Zwischen der Metropolitan- und der Great Western-Bahn findet jedoch auch jetzt noch in beschränktem Mafse ein Durchgangsverkehr statt. Einige wenige Züge — je 10 in jeder der beiden Fahrrichtungen — laufen täglich von Moorgate Street über King's Cross nach Windsor (je 1 Zug) bezw. den Zwischenstationen Brentford, Maidenhead usw., und umgekehrt. Diejenigen Metropolitan-Reisenden, welche zu dem Hauptbahnhofe Paddington der Great Western-Bahn wollen, müssen jedoch in den Untergrundbahnstationen Praed Street (Paddington) oder Bishop's Road umsteigen. Zwischen der Station Praed Street und dem Hauptbahnhofe Paddington ist ein unterirdischer Weg (subway) unterhalb der Praed Street angelegt, der am Kopfende des letzteren sowohl nach dem linksseitigen Abgangs- als nach dem rechtsseitigen Ankunftsbahnsteig in starker Steigung ausläuft.

[1]) Im Jahre 1889 wurden auf den 3 Pferdebahnen insgesammt 132550620 Personen befördert, und zwar auf der

Grofsen Berliner Pferdebahn . . . 114 400 000 Personen
Berliner » . . . 4 905 620 »
Neuen » » . . . 13 245 000 » .

[2]) Nach den statistischen Zusammenstellungen des Reichs-Eisenbahnamtes wurden auf den preufsischen Staatseisenbahnen befördert:

im Jahre 1887/88 zusammen 192 000 000 Personen
» » 1888/89 » 208 000 000 » .

Aufser den Personenzügen benutzen auch etwa 20 Güterzüge der Great Western-Bahn täglich die Metropolitan-Geleise, und zwar in beiden Richtungen zwischen der im Osten der City gelegenen unterirdischen Güterstation Smithfield Market und der Station Bishop's Road bezw. dem hiervon unweit gelegenen grofsen Güterbahnhofe der Great Western-Bahn.

III. Outer Circle. Aufser den beiden vorerwähnten Ringen ist noch ein dritter, mit den Untergrundbahnen in Zusammenhang stehender Aufsenring zu unterscheiden. Sein Betrieb ruht in Händen der London and North Western-Bahn, der bedeutendsten aller englischen Eisenbahnlinien. Durch Verträge mit verschiedenen Bahngesellschaften hat sie sich die Mitbenutzung von deren Geleisen in London gesichert. U. a. verkehren zahlreiche Züge dieser Bahn (in beiden Richtungen) von Mansion House über Earl's Court und den Mittelring nach Willesden Junction, dem bekannten grofsartigen und hochwichtigen Eisenbahnknotenpunkte im Nordosten jener Stadt; sie kreuzen hier die nach dem Norden Englands gehende Hauptlinie und laufen auf dem nördlichen, dem Stadtverkehr dienenden Zweige weiter, um bei Kentish Town Junction auf die viergeleisige North London-Bahn überzugehen, deren Gebiet sie bis zu dem im Osten Londons gelegenen Endpunkte Broad Street der letztgenannten Bahnlinie verfolgen. Eine Geleisverbindung mit der benachbarten Untergrundstation Bishopsgate besteht nicht. Reisende, die mit der North London-Bahn in Broad Street ankommen und auf der Untergrundbahn weiterfahren wollen, müssen umsteigen. Man bezeichnet diesen aus Strecken verschiedener Eisenbahngesellschaften zusammengesetzten Schienenzug (Mansion House — Willesden Junction — Broad Street) mit Outer Circle (Aufsenring) im Gegensatze zu den oben erwähnten Middle und Inner Circles. Die von Mansion House und anderen Stationen auslaufenden verschiedenen Züge dieser drei Geleisringe sind, wie in Abschnitt V noch näher erörtert, durch verschiedenartig gruppirte und farbig geblendete Lokomotivlaternen usw. kenntlich und unterschiedlich gemacht.

Die 3 Ringe werden sonach wie folgt betrieben:

Inner Circle durch die Metropolitan- und die District-Bahn,
Middle » » » Great Western-Bahn.
Outer » » » London and North Western-Bahn.

Einen unmittelbaren Anschluss an die Untergrundbahnen besitzt die zuletzt genannte Bahn zur Zeit noch nicht. Die Gesellschaft hat jedoch 1889 eine hierauf bezügliche Vorlage beim Parlament eingebracht, in welcher gleichzeitig auch eine Vergröfserung ihrer Euston-Station, des bekannten Londoner Hauptbahnhofes, angestrebt wurde. Die ganze Vorlage wurde jedoch verworfen. Dem Vernehmen nach beabsichtigt die Bahngesellschaft, sie wieder einzubringen.

IV. Abzweigungen. Von dem Innenring laufen zahlreiche, teilweise bis zu wichtigeren Vororten weitergeführte und gröfstenteils oberirdisch angelegte Strecken aus [1]). Die technisch wichtigsten sind die St. John's Wood Line, die City Lines Extension mit der East London Railway, sowie namentlich die Widened Lines; diese 3 sollen daher kurz noch besprochen werden.

a) St. John's Wood Line. Diese Linie zweigt bei Baker Street in nördlicher Richtung ab. Ihre älteste Strecke Baker Street — Swiss Cottage wurde bereits 1868 eröffnet. Letztere war bis vor einigen Jahren nur eingeleisig, besitzt jetzt jedoch doppelte Geleise. Im Gegensatz zu allen übrigen Abzweigungen gehen auf diese Bahn keine Personenzüge des Innenringes unmittelbar über. Anfangs war dies allerdings der Fall; ein vor 20 Jahren auf ersterer erfolgter Zusammenstofs, und zwar in der Einmündung der Zweiglinie in die Hauptstrecke, hatte jedoch im Gefolge, dass der unmittelbare Anschluss des inneren Ringbetriebes bezüglich des Personenverkehres aufgehoben wurde. Die von dem Innenring auf die St. John's Wood-Linie übergehenden Reisenden müssen seitdem in Baker Street aussteigen und sich nach der unmittelbar benachbarten gleichnamigen Station jener Linie — Baker Street (East) — begeben. Die zwischen Haupt- und Zweigbahn bestehen gelassene Geleisverbindung (Baker Street Junction) dient zur Zeit zur Ueberführung des reparaturbedürftigen rollenden Materiales der Metropolitan Bahn nach der an der Zweiglinie gelegenen grofsen Reparaturwerkstätte in Neasden. Sonst wird die genannte Verbindung nur noch von einigen Kohlen- und Gaszügen [1]) befahren.

Die St. John's Wood-Linie vermittelt einen sehr lebhaften Vorortsverkehr mit der City, welcher sich durch stetig weiterschreitenden Ausbau eines von Jahr zu Jahr stärkeren Aufschwunges erfreut.

Nachdem im Sommer 1887 diese Linie bis Rickmannsworth ausgedehnt war, wurde im Juli 1889 eine weitere 13,988 km lange Neubaustrecke (Rickmannsworth — Chesham) dem Betriebe übergeben und gleichzeitig mit weiterer Ausdehnung nach dem Westen vorgegangen. Zur Zeit ist eine 24,8 km lange Strecke nach Ailesbury (Ailesbury Extension) im Bau. Die im Abschnitt V gegebene Zusammenstellung der Verkehrsverhältnisse in den einzelnen Betriebsjahren lässt das allmähliche Vergröfsern dieses wichtigen Gliedes der Untergrundbahnen erkennen.

Die Linie Baker Street — Chesham ist insgesammt 41,4 km lang, wovon die im Stadtgebiet gelegene 3,34 km lange Strecke Baker Street-Finchley Road unterirdisch angelegt ist. Hinter der letztgenannten Station, bei der auch eine Geleisverbindung mit der Midland-Bahn hergestellt ist, tritt die Bahn in das offene Gelände, das sie ohne nennenswerte Kunstbauten durchzieht. An der Linie liegen bis Chesham 16 Stationen.

b) City Lines Extension und East London Railway. Die City Lines Extension ist ein kurzes Verbindungsstück zwischen dem Innenring (Aldgate) und der East London-Bahn. Es wurde 1884 bei Gelegenheit der Vollendung des Innenringes fertig gestellt und ist dadurch von Bedeutung, dass es den Südosten Londons der Metropolitan und der District-Bahn erschliefst. Die East London Railway ist keine selbständig betriebene Bahn mehr, sie besitzt kein eigenes rollendes Material, sondern ist von 6 Gesellschaften

---

[1]) Im Norden:

1. die St. John's Wood Line: Baker Street — Swiss Cottage — Chesham;
2. die unter II schon genannte Anfangsstrecke des Mittelringes: Praed Street Junction — Bishops Road;

im Osten:

3. die Widened Lines: Moorgate Street — King's Cross mit ihren 5 Abzweigungen im Süden (2) und Norden (3);
4. eine kurze (jetzt unbenutzte) Verbindungsstrecke zwischen Bishopsgate und dem benachbarten Hauptbahnhofe der Great Eastern Railway (Liverpool Street Station);
5. die nördlich und südlich von Aldgate auslaufenden beiden Anschlusskurven nach Aldgate East, sowie die von hier weitergehende — City Lines Extension genannte — Verbindungsstrecke mit der East London Railway: Aldgate East — St. Mary's, und die von letzterer Station auslaufende Kopflinie der District-Bahn: St. Mary's — Whitechapel (Mile End);

im Süden:

6. die der District-Bahn angehörige Parallelstrecke des Innenringes: South Kensington Junction — High Street, nebst den beiden Anschlussstrecken: Brompton Junction — Earl's Court und High Street Junction — Earl's Court;
7. die Fulham Line: Earl's Court — Putney Bridge;

im Westen:

8. die Hammersmith and Richmond Line: Earl's Court — Hammersmith (District) bezw. Studland Road Junction nebst der
9. südlichen Verbindungsstrecke mit dem Mittelringe: Hammersmith Junction — Earl's Court Junction.

Aufserdem sind noch 3 Zweiglinien zu erwähnen:

10. der südliche Abschnitt der City and Hammersmith Railway: Latimer Road — Hammersmith (Metropolitan),
11. die bei Turnham Green aus der South Western abzweigende Ealing Line: Turnham Green — Ealing, durch welche die District-Bahn an die Great Western-Bahn angeschlossen wird, sowie
12. die aus der Ealing Line nach Westen auslaufende Hounslow-Bahn; sie wird durch die District-Gesellschaft betrieben, daher sie auch auf Taf. V in rot dargestellt ist.

[1]) Die Metropolitan-Bahn besitzt in der Neasdener Werkstätte 2 Pintsch'sche Fettgasanstalten, welche mittels besonderer Gaswagen die verschiedenen Stationen mit dem erforderlichen Leuchtstoff versehen.

auf ewige Zeiten (»in perpetuity«) gepachtet, wird aber nur von dreien, und zwar den beiden Untergrundgesellschaften, sowie von der Great Eastern-Bahn betrieben, vorzugsweise jedoch von den beiden ersteren. Diese Linie ist gröfstenteils unterirdisch angelegt; ihr Bau hat gewaltige Schwierigkeiten bereitet, wie im folgenden Abschnitt noch näher dargelegt wird.

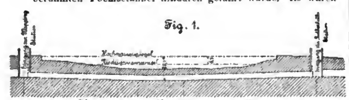
Die erste Strecke New Cross—Wapping wurde im Dezember 1869 dem Betriebe übergeben, während erst 7 Jahre später das nördliche, die London Docks unterfahrende Schluss-, sowie das Verbindungsstück mit der Great Eastern Railway und 1884 die westliche Verbindung mit der City Lines Extension (in St. Mary's) vollendet wurde. In New Cross endigt die Bahn in einem Kopfbahnhofe und läuft aufserdem kurz vor diesem mit 5 Abzweigungen in die Geleisnetze der London, Brighton and South Coast- und der London and South Eastern-Bahn aus. Ihre gesammte Länge beträgt rd. 11,8 km, von denen z. Z. etwas über 8 km (mit 7 Stationen) betrieben werden. Die Kopfstation der East London-Bahn wird jetzt nicht mehr benutzt.

Die Züge der Metropolitan-Bahn münden in die in New Cross gelegene Station der South Eastern-Eisenbahn, diejenigen der District-Bahn dagegen in die weiter westlich erbaute gleichnamige Station der London, Brighton and South Coast Railway. Die in New Cross endigenden Metropolitan- und District-Züge, von denen die ersteren die nördliche, die letzteren die südliche Hälfte des Innenringes befahren, benutzen von Aldgate East bis nahe New Cross dieselben Geleise, ebenso in umgekehrter Richtung. Der Teil dieser Züge, der nach Richmond geht, befährt auch im Westen von Ravenscourt bis zu dieser Endstation und umgekehrt dasselbe, die Themse mittels Brücke kreuzende Geleispaar der London and South Western-Bahn.

Die East London-Bahn führt den Untergrundbahnen einen erheblichen Verkehr zu. Sie bildet im Osten Londons ein ähnliches Verbindungsglied zwischen den nördlich und südlich der Themse gelegenen verschiedenen Eisenbahngebieten, wie die Willesden- und Clapham Junction verbindende West London-Bahn und deren Verlängerung im Westen.

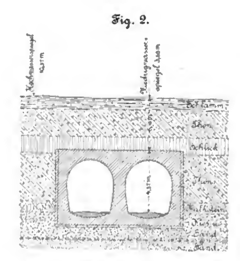
Allgemein bekannt ist erstere Bahn dadurch geworden, dass sie zwischen Rotherhithe und Wapping durch den altberühmten Themsetunnel hindurch geführt wurde. Es waren

Fig. 1.



hierzu nur geringe Aenderungen des letzteren erforderlich. Ein Längs- und ein Querschnitt dieses alten Meisterwerks der Ingenieurkunst sind in den Fig. 1 u. 2 gegeben; es sind aus Fig. 2 auch die Bodenverhältnisse des vom Tunnel durchzogenen Themsebettes ersichtlich. Der Tunnel wurde 1825

Fig. 2.
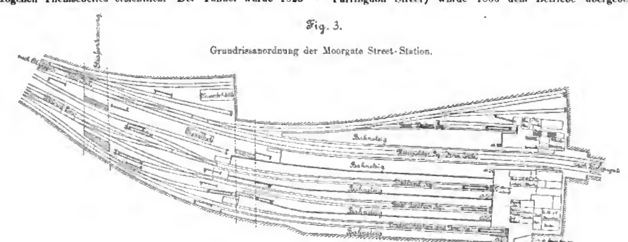


von Brunel in Angriff genommen, aber erst 1843 vollendet, da wiederholt das Themsewasser einbrach und die gesammten Bauarbeiten empfindlich störte. Die Länge des Tunnels von Mitte zu Mitte des beiderseitigen Eingangs beträgt rd. 370m, die Bausumme über 9 Millionen Mark.

c) Widened Lines. Bald nach Fertigstellung des älteren Teiles der Metropolitan-Bahn (Edgware Road—Farringdon Street) strebte die von dem grofsen Kopfbahnhofe St. Pancras auslaufende Midland-Bahn den Anschluss an die Stadtbahn an. An diese waren bereits im Westen (bei Praed Street Junction) die Great Western und seit dem 1. Oktober 1863 im Nordosten (bei King's Cross) die Great Northern-Bahn angeschlossen. Der Anschluss einer dritten Hauptbahn würde die beiden Innenring-Geleise zu stark in Anspruch genommen haben. Um daher letztere zu entlasten, beschloss die Metropolitan Gesellschaft den Bau eines besonderen Geleisepaares. Es ist von dem Innenring völlig getrennt gehalten und nur in einigen der gemeinschaftlichen Stationen mit ihm durch Weichen verbunden. Es wird Widened Lines genannt, beginnt bei der Station Moorgate Street, Fig. 3, und zieht sich den beiden Innenring-Geleisen anschmiegend über die Stationen Aldersgate Street und Farringdon Street nach King's Cross hin. In Moorgate Street sind die beiden Geleise in 3 Kopfgeleise aufgelöst, deren je eins für die Betriebszwecke der Great Northern-, Midland- und auch der London, Chatham and Dover- (nebst South Eastern-) Bahn dient. Die Züge der Great Western-Bahn, welche den Innenring bis hier befahren, endigen ebenfalls in einem nördlich des letzteren gelegenen Sackgeleise. Weitere Einzelheiten der Anlage lässt Fig. 3 erkennen.

Der erste Abschnitt der Widened Lines (Moorgate Street-Farringdon Street) wurde 1866 dem Betriebe übergeben,

Fig. 3.

Grundrissanordnung der Moorgate Street-Station.



der letzte bis King's Cross einschliefslich der Verbindung mit der Midland- und der abgeänderten beiden Anschlüsse der Great Northern-Bahn im Februar 1868. Bei der ursprünglichen Anordnung der Anschlussgeleise der Great Northern-Bahn (1863) zweigte der östliche Verbindungsstrang 135 m westlich von King's Cross ab, der westliche etwa 70 m weiter östlich. Beide Stränge kreuzten sich in Schienenhöhe. Bei Herstellung der Widened Lines wurden diese gefährlichen Anschlüsse beseitigt und neue ausgeführt. Es bedingte dies umfangreiche und schwierige Tunnelbauarbeiten, durch die der Betrieb auf den Innenring-Geleisen nicht unterbrochen werden durfte.

Die Widened Lines bilden eine der interessantesten Strecken des Untergrundbahnnetzes. Auf dem Zuge Moorgate Street — Farringdon Street liegen sie an der inneren Seite der Stadtbahngeleise, jedoch von Smithfield Market an mit stärkerer Neigung, sodass sie in Farringdon Street bereits 0,914 m tiefer als die Innenring-Geleise liegen, laufen dann mit ihnen von der letztgenannten Station aus noch etwas in gleicher Richtung, jedoch mit erheblich stärkerem Gefälle (1 : 40), um nun mittels eines besonderen Tunnels den Innenring-Tunnel zu unterfahren und dadurch auf die äufsere Seite jener Geleise zu kommen (s. Taf. V). Bis zu der unterirdischen Station King's Cross schmiegen sie sich wieder an diese Geleise an, und zwar mit einer vom Kreuzungspunkte der beiden Tunnel an beginnenden stärkeren Steigung, um in dieser Station mit den Ringgeleisen wieder in gleicher Höhenlage zu liegen. Am westlichen Ende der in einer 200 m Kurve liegenden Station zweigt von dem äufseren, in der Richtung von West nach Ost befahrenen Geleise der Widened Lines ein Strang nach der Great Northern-Bahn ab. Dieser läuft bei der Station York Road in die Geleise der genannten Bahn aus. Züge der letzteren, welche auf die Widened Lines übergehen sollen, fahren über diese Abzweigung in die unterirdische Station King's Cross ein. Für die in umgekehrter Richtung von den Widened Lines auf die Great Northern übergehenden Züge zweigt etwas weiter westlich aus dem »inneren« Geleise ein Strang nach dieser Bahn ab, der in starker Kurve sich unter dem benachbarten Great Northern-Hotel und um den Hauptbahnhof nach der Untergrund-Station King's Cross hinzieht und hier in die oberirdischen Geleise ausläuft. Die diese Abzweigung benutzenden Züge fahren bis Enfield und von hier wieder zurück nach York Road und weiter zu den Metropolitan-Stationen. King's Cross wie York Road dienen ausschliefslich dem Stadt- und Vorortverkehr und besitzen beide nur je einen langen Seitenbahnsteig, da jede Station nur von Zügen derselben Richtung benutzt wird. Der Verkehr dieser 2 Stationen, die gewissermafsen Nebenstationen des zwischen ihnen liegenden Hauptbahnhofes bilden, ist recht erheblich. Auf King's Cross werden täglich 128 Personenzüge abgefertigt, auf York Road eine ähnliche Zahl.

Die Widened Lines laufen etwa 60 m hinter der westlichen Great Northern Abzweigung in die Midland-Bahn aus, die hier mittels zweier 1,63 km langen Tunnel anschliefst. Letztere gehen unter der von St. Pancras auslaufenden Hauptlinie und dem Regents Kanal her, unterfahren die viergeleisige North London-Bahn und münden unweit Cambden Road in die Hauptbahn. King's Cross (Metropolitan) weist infolge dieser Vorortszüge die stärkste Zugzahl auf; ihr Verkehr steht wohl einzig da; kommen doch, wie im Abschnitt V näher dargelegt ist, täglich innerhalb 24 Std. über 1200 Züge (einschl. der fahrplanmäfsigen Lokomotiven) durch diese Station. Sie wird von den Zügen sieben verschiedener Eisenbahnverwaltungen durchfahren, da aufser denjenigen der schon genannten 4 Bahnen auch noch solche der London, Chatham and Dover-, der South Eastern- und der Great Western-Bahn sie berühren. Der ungewöhnlich lebbafte Verkehr ist um so erstaunlicher, als die Station in ihrer räumlichen Ausdehnung äufserst beschränkt ist. Fig. 4 giebt die Grundrissanordnung wieder. Die Bahnsteige sind schmal gehalten, die Geleis-

Fig. 4.

Grundrissanordnung der King's Cross-Station.



anordnung sehr einfach. Keine Statinn der Untergrundbahnen eignet sich wohl so sehr für das Studium ihres Verkehres, wie diese. Zu gewissen Stunden wechseln Güter-, Vieh- und Personenzüge in dichter Folge mit einander ab, erstere vorzugsweise die Widened-Geleise benutzend. Das Gewoge und Gedränge der Reisenden auf den engen Bahnsteigen dauert fast den ganzen Tag hindurch.

Die 4 an den Widened Lines gelegenen Stationen vermitteln auf diesen keinen Personenverkehr innerhalb der City zwischen King's Cross oder Moorgate Street; dieser wird lediglich auf dem Innenring, also durch die Metropolitan-Bahn bewirkt. Von den Bahnsteigen der Widened Lines, welche von denen des Innenringes abgesondert sind, erfolgt die Abfahrt nur nach Nicht-Untergrundbahnstationen.

Sämmtliche 5 Hauptbahnen fahren ihre Untergrundzüge mit eigenem rollendem Material und eigenem Personal. Der verwickelte Betrieb ist um so bemerkenswerter, als nicht nur Personenzüge, sondern, wie eben schon angedeutet, auch Güterzüge — letztere teilweise zwischen den ersteren hindurch — gefahren werden. Sämmtliche Züge haben gleiche Geschwindigkeit (vergl. Abschnitt V). Die Great Western-Güterzüge, welche von Bishop's Road über King's Cross bis Farringdon Street die Innenring-Geleise benutzen, gehen hier auf die Widened Lines über, um nahe der Station Aldersgate Street rückwärts zu dem Güterbahnhofe Smithfield Market zu gelangen. Aufser der Great Western-Bahn besitzen noch 2 der die Widened Lines befahrenden Hauptbahngesellschaften eigene Güterstationen an diesem unterirdischen Geleiszuge, und zwar die Great Northern-Bahn in Farringdon Street, die Midland-Bahn in White Cross Street. Letztere Bahn hat zudem nahe der Station Kensington High Street und der West Kensington Junction einen grofsen Kohlenbahnhof angelegt, zu dem in beiden Fällen ein ihr gehöriges Zweiggeleis von der District-Bahn hinführt.

Die London and North Western-Bahn hat neben und unter der am Aufsenring gelegenen Endstation der North London-Bahn, in Broad Street, eine Güterstation angelegt, in der sie einen lebhaften Güterverkehr bewältigt.

Die London, Chatham and Dover-Bahn allein fährt keine Güterzüge auf den Widened Lines, betreibt dafür aber einen sehr stark entwickelten Personenverkehr. Durch den Anschluss dieser Bahn haben die Untergrundlinien eine wichtige und sehr gute unmittelbare Verbindung mit dem weit verzweigten Schienennetz des südlichen (am anderen Themseufer gelegenen) Stadtteiles von London erhalten.

Die genannte Hauptbahn, welche ihren nördlich der Themse gelegenen Ostbahnhof Holborn Viaduct, sowie ihre hier befindlichen Stationen Snow Hill, Ludgate Hill und St. Paul's durch eine besondere, auf Steinbögen ruhende Zweigbahn mit der im Westen gelegenen Victoria-Station — einem

der wichtigsten Londoner Bahnhöfe für den Verkehr mit dem Festlande — verbindet, schliefst seit dem Jahre 1871 von Ludgate Hill bezw. Snow Hill aus sowohl an die unterirdische Station Farringdon Street, wie an die Stationen Smithfield Market bezw. Aldersgate Street an. Diese in einem grofsen U-förmigen Zuge sich erstreckende Linie heifst Metropolitan Extension. Zahlreiche Züge laufen von der Untergrundbahn über diese Linie sowohl nach der Victoria-Station als auch nach Clapham Junction, dem grofsartigen, täglich von weit über 1100 Zügen berührten Eisenbahnknotenpunkte in Süd-London (vergl. den Lageplan). In umgekehrter Richtung verkehren Züge über King's Cross (Metropolitan) hinaus bis nach den an der Great Northern und Midland-Bahn gelegenen Vorstädten Barnet, Enfield usw. bezw. Kentish Town und Hendon, sodass dadurch auch eine unmittelbare Verbindung nach dem Norden Englands hergestellt ist, welche allerdings in den genannten Vorstädten ein Umsteigen der Reisenden bedingt.

Die London and South Eastern Railway befährt ebenfalls einen Teil der Metropolitan Extension, und zwar von der südlich der Themse gelegenen Blackfriars Junction bis zu der Verbindung mit den Widened Lines, benutzt diese und lässt bei King's Cross (Metrop.) ihre betr. Züge auf die Great Northern-Geleise bis nach Alexandra Palace und Enfield übergehen.

Durch die Metropolitan Extension ist nun ferner auch ein hochwichtiger Vorortverkehr nach dem Süden Londons, namentlich nach dem in der schönen Jahreszeit so ungemein stark besuchten Kristallpalast in Sydenham und dem von Sommerfrischlern gern aufgesuchten Blackheath Hill geschaffen. Die Sydenham-Züge verlassen bei Loughborough Junction die Stadtbahn (Metropolitan Extension) und gehen hier auf die Crystal Palace-Linie über. Zur Sommerszeit, namentlich an Tagen, die besondere Festlichkeiten in den ausgedehnten und malerischen Anlagen des Kristallpalastes bringen, herrscht auf dieser Linie ein Verkehr, wie er annähernd an Sonntagen auf der Berliner Stadtbahn sich zeigt.

V. Sonstige Anschlüsse von Hauptbahnen an das Untergrundbahnnetz sind mittelbar durch die London, Brighton and South Coast, sowie durch die London and South Western Railway geschaffen. Züge dieser Bahn laufen in die am Mittelringe gelegene Station Addison Road ein. Die auf die Untergrundbahnen übergehenden Reisenden dieser Züge müssen hier umsteigen und die in halbstündigen Zwischenzeiten fahrenden Mittelring-Züge bezw. die zwischen hier und Aldgate laufenden Kensington-Züge benutzen. Von Addison Road laufen Züge nach der kurz vorher erwähnten Clapham Junction, von welchem Knotenpunkte eine gute Verbindung nach den verschiedenen Punkten des südlichen Englands geschaffen ist.

Es würde zu weit führen, hier, wenn auch nur kurz, die Verkehrsbedeutung der übrigen mittelbaren Anschlüsse der noch in betracht kommenden Verbindungsbahnen usw. zu besprechen. Das so überaus dichte Londoner Bahnnetz bietet reichsten Stoff für ein besonderes Studium und für umfangreiche Berichte.

Wie aus Vorstehendem ersichtlich, können die Reiseverbindungen der Untergrundbahnen als sehr gute bezeichnet werden. Immerhin aber stehen die letzteren doch darin unserer Berliner Anlage nach, dass sie keinen unmittelbaren Anschluss an den grofsen Durchgangsverkehr besitzen, oder, wohl richtiger, besitzen können, sondern nur einen Stadt- und Vorortverkehr ermöglichen. Die mit den Fernzügen in London ankommenden Reisenden können nicht sofort auf die Untergrundgeleise übergehen, sondern müssen umsteigen und zu der — allerdings meist nicht sehr weit davon gelegenen — unterirdischen Station sich hinabbegeben. In einigen wenigen Fällen besteht zwischen dem Hauptbahnhofe und der unmittelbar benachbarten Untergrundstation eine Tunnelverbindung für Fufsgänger, wie auf der Victoria-Station (mit dem gleichnamigen Doppelbahnhofe der South Coast- und der Chatham Dover-Bahn), Praed Street Stat. (mit Paddington Stat. G. W.), Bishopsgate (Liverpool Street, G. E.), Cannon Street (mit dem gleichnamigen grofsen Kopfbahnhofe der South Eastern-Bahn) und Blackfriars (mit St. Paul's, L. Ch. and D.). Der Vollständigkeit wegen sei hier eingeschaltet, dass zwischen der Station Westminster Bridge und dem nahegelegenen Parlamentsgebäude ebenfalls eine Tunnelverbindung unter der breiten und verkehrsreichen Bridge Street hergestellt ist, welche jedoch nicht dem öffentlichen Verkehr dient, sondern nur dem mit dem genannten Gebäude; ebenso hat die District-Bahn 1886 von der Station South Kensington aus mit grofsen Kosten einen Fufsgängertunnel nach der einige hundert Meter entfernten Albert Hall bezw. dem Eingange zu den grofsen als Ausstellungsplatz vielfach benutzten davor gelegenen Gartenanlagen angelegt, der zeitweise sich eines starken Verkehres erfreut. Die Anlage von Fufsgängertunneln nach dem London and North Western, sowie dem Great Northern-Bahnhofe ist geplant.

Um in gewissem Sinne einen Anschluss mit den oberirdischen Linien herzustellen, haben die Untergrundbahnen für die Wochentage einen Omnibusverkehr zwischen verschiedenen Hauptbahnhöfen und ihren Stationen eingerichtet. So fahren z. B. von Charing Cross (Kopfbahnhof der South Eastern-Bahn) von morgens $8^1/_2$ bis abends 8 Uhr alle sechs Minuten Omnibusse der Metropolitan-Bahn quer durch die City nach der Untergrundstation Portland Road und umgekehrt; ebenso alle fünf Minuten zwischen Cannon Street (South Eastern Railway) und Bishopsgate (Untergrundbahn); desgleichen alle 20 Minuten zwischen Hammersmith (Metrop.) und Barness (London and South Western Ry.) usw. Die wichtigeren Linien sind in der Eisenbahnkarte angegeben. Die Fahrpreise sind gering und betragen 1 bis 2 d = $8^1/_2$ bis $16^2/_3$ Pfg. für die Person. Die Wagen der Metropolitan-Bahn sind durch einen hoch oben auf dem Verdeck befestigten roten Riesenschirm mit der Anschrift »Metropolitan Ry.« besonders kenntlich gemacht. Die Instandhaltung dieser Reklameschirme wird in den Reparaturwerkstätten zu Neasden besorgt. Die District-Gesellschaft sucht in gleicher Weise durch Omnibusse, die durch einen gelben Stern über dem Kutscherbock auffallen, Reisende ihren Linien zuzuführen.

Die übrigen sehr zahlreichen Omnibuslinien Londons stehen mit den Untergrundbahnen in heifsem Wettbewerbe. Trotzdem die letzteren ihre Fahrpreise verhältnismäfsig niedrig bemessen haben, erfreuen sich die Omnibuslinien eines stetig wachsenden Verkehres, der die Einnahmen der Untergrundbahnen stark beeinflusst und den Gewinn der Aktionäre wesentlich mindert.

Neuerdings ist von Sir E. Watkin, dem bekannten englischen Eisenbahnkönige, Parlamentsmitgliede und Präsidenten der Metropolitan, South Eastern und der Manchester, Sheffield and Lincolnshire Railway-Gesellschaft, der Plan aufgestellt[1]), zwischen dem Norden und Süden Englands durch Vermittelung der Metropolitan-Bahn eine durchgehende Eisenbahnverbindung herzustellen. Beabsichtigt ist, von Sheffield bezw. Annesley über Nottingham und Leicester nach Quainton Road eine neue Bahnlinie zu bauen. Ersterer Ort ist Station der Manchester, Sheffield and Lincolnshire-Bahn, letzterer eine solche der Ailesbury and Buckingham Railway[2]), mit der die St. John's Wood Line binnen kurzem nach Ausbau der Strecke Ailesbury—Chesham Verbindung erhält. Die geplanten Durchgangszüge von Liverpool, Manchester usw. würden in Ailesbury auf die St. John's Wood Line übertreten, bei Baker Street auf den Innenring gelangen, auf die Widened Lines übergehen, bei Snow Hill die London, Chatham and Dover-Bahn erreichen, von der sie wieder südlich der Themse bei Blackfriars Junction auf die South Eastern Bahn übergehen, auf der sie dann über London Bridge schliefslich bis Dover durchgeführt würden. Die Verwirklichung dieses Gedankens würde eine vortreffliche Verbindung zwischen dem grofsen englischen Industriegebiet und London, sowie der Südküste Englands herstellen, allerdings kostspie-

[1]) Dieser Plan wird noch in diesem Jahre (1891) als Gesetzvorlage beim Parlament eingebracht werden.

[2]) Die Metropolitan-Eisenbahngesellschaft hat inzwischen die Ailesbury and Buckingham Railway angekauft und wird sie am 30. Juni 1891 in Betrieb nehmen; desgleichen hat sie bereits Verhandlungen mit der South Eastern und der Manchester, Sheffield and Lincolnshire Company angeknüpft, um demnächst den Durchgangsverkehr zwischen ihrer St. John's Wood Line und der ersteren Gesellschaft nach dem Süden, wie mit der letzteren nach dem Norden zu ermöglichen. Wahrscheinlich wird auch die Great Northern Railway diesem geplanten Uebereinkommen sich anschliefsen. Vergl. den amtlichen Bericht der Metropolitan Co. vom 9. Januar 1890 und 8. Januar 1891.

lige Bauarbeiten, namentlich auch in London auf der Metropolitan-Bahn, bedingen. Die Gesammtkosten sind auf 120 bis 140 Millionen Mark geschätzt.

Zur Zeit müssen die von Nord- und Mittelengland nach der englischen Südküste gehenden Reisenden entweder in London umsteigen und sich unter Benutzung der Strafsenverkehrsmittel nach dem den Verkehr nach der Südküste vermittelnden Bahnhofe quer durch London begeben, oder sie sind gezwungen, bereits auf entlegeneren Vorstadtstationen umzusteigen, um dann mittels der Lokalzüge um London herum nach dem betreffenden Südbahnhofe zu fahren. Die London and North Western-Bahn hat allerdings in beschränktem Mafse die Erleichterung getroffen, dass Reisende, welche von einem der Südhäfen kommen and auf ihrem Bahnnetz nach dem Norden unmittelbar weiterreisen wollen, auf Vorausbestellung an der südlichen Ausgangsstation einen ihrer Durchgangswagen vorfinden. Der Wagen wird um West-London herum über einen Teil des Mittelringes nach Willesden Junction geleitet, woselbst die Vereinigung mit dem North Western-Schnellzuge erfolgt. Aehnlich wird für die entgegengesetzte Richtung verfahren. Eine derartige, etwas umständliche Einrichtung ist naturgemäfs jedoch nur wohlhabenderen Reisenden zugänglich, da die betreffenden Durchgangswagen — meist Salonwagen I. Kl. (Saloon and Family Carriages) — in ihrer Benutzung nicht billig sind.

Das gesammte Untergrundbahnnetz mit Ausnahme der nur gepachteten East London Ry. gehört, wie erwähnt, zwei Gesellschaften an, der Metropolitan Ry. Co. und der Metropolitan District Ry. Co. Die Metropolitan-Bahn ist die ältere. Bereits 1853 war ihre erste 3,6 km lange Strecke Edgware Road—Battle Bridge (King's Cross) vom Parlament genehmigt worden. Ein Jahr später bot die Great Western-Bahn der Baugesellschaft eine Unterstützung von $3^1/_2$ Millionen Mark an, wenn ihr das Mitbenutzungsrecht der nach dem Herzen der City zu verlängernden Linie eingeräumt würde. In demselben Jahre noch wurde ein dahin gehender Plan vom Parlament gutgeheifsen. Dieser Zeitpunkt ist als der eigentliche Geburtstag der Untergrundbahnen anzusehen. Die Beschaffung des Baukapitals stiefs jedoch auf Schwierigkeiten, da das grofse Publikum sich gegen eine derartige Bahnanlage, deren Ausführbarkeit es bezweifelte, ablehnend verhielt. Mit Unterstützung der Londoner Stadtbehörde gelang es aber schliefslich bis Ende der 50er Jahre, die nötige Summe aufzubringen und die Verträge mit den Bauunternehmern abzuschliefsen, sodass im Frühjahr 1860 der Bau endlich begonnen werden konnte. 1861 wurde die Strecke Edgware Road—King's Cross dem Betriebe übergeben. Infolge des lebhaften Verkehrs, dessen sie sich sofort erfreute, wurden in den nächsten Jahren verschiedentlich Vorlagen um weitere Ausdehnung der Bahnlinie nach Ost und West usw. beim Parlament eingebracht, genehmigt und ausgeführt. Erwähnt sei, dass bereits 1863 der Ausschuss des Oberhauses sich für eine geschlossene Ringbahn aussprach, welche alle wichtigen Londoner Kopfbahnhöfe auf der Nordseite der Themse thunlichst berühren sollte, usw., wodurch der Innenring in seinem allgemeinen Zuge festgelegt war. 1865 wurde die Metropolitan-Bahn östlich bis Moorgate Street fertiggestellt, 1868 westlich bezw. südlich bis South Kensington.

Der erste Abschnitt der District-Bahn: South Kensington —Westminster Bridge, wurde 1868 eröffnet, 1870 bis Blackfriars ausgedehnt und im folgenden Jahre bis Mansion House verlängert, während die von High Street und South Kensington nach Earl's Court auslaufenden Zweiglinien 1869 zur Vollendung gelangten.

Der Innenring blieb lange Jahre ungeschlossen. Die Züge fuhren während der Zeit von Moorgate Street über King's Cross nach Mansion House und von hier zurück nach Moorgate. Beide Endstationen waren als Kopfbahnhöfe ausgebildet (vgl. die Figuren 3 und 4). Erst 1875 dehnte sich die Metropolitan Bahn bis Bishopsgate und im folgenden Jahre bis Aldgate aus. Der Bau des Schlussstücks Aldgate—Mansion House wurde seiner hohen Kosten und grofsen Schwierigkeiten wegen hinausgeschoben. Es bildete sich eine von der Metropolitan und der District Ry. Co. unabhängige Gesellschaft zwecks Ausführung einer diese Schlussstrecken ersetzenden Sonderlinie. Die beiden Stationen Aldgate und Mansion House sollten hierbei Endbahnhöfe bleiben und nicht an die neue Linie angeschlossen werden. Die Gesellschaft konnte jedoch nicht das erforderliche Baukapital aufbringen und löste sich wieder auf. Schliefslich kamen die Metropolitan- und die District-Gesellschaft 1878 überein, das Schlussstück gemeinsam ausführen zu lassen. Es zieht sich von Aldgate unter den engen »Minories« hin, unterfährt den Viadukt der alten von Fenchurch Street Station auslaufenden Blackwall-Eisenbahn und die Gartenanlagen des Trinity Square, nimmt sodann unter einer gleichzeitig neuangelegten, sowie unter zwei bei dieser Gelegenheit erheblich erweiterten Strafsen seinen Weg nach der King William Street, woselbst sie das Denkmal König Wilhelms IV. unterfährt, und mündet schliefslich in die Station Mansion House ein.

Die erwähnte Neuanlage und Erweiterung mehrerer Strafsen wurde im Einvernehmen mit dem Londoner Stadtbauamt (Metropolitan Board of Works) sowie der städtischen Kanalisations-Kommission ausgeführt. Die erstere Behörde steuerte 10 Millionen[1]), die letztere 6 Millionen Mark zu diesen Arbeiten bei. Die Bahngesellschaften hatten dafür ihrerseits das betreffende Gelände anzukaufen und die Strafsenbauten einschliefslich der Neuanlage bezw. Abänderung der Kanäle auszuführen. Die Verhandlungen mit den beiden städtischen Behörden über die Höhe der von diesen zu leistenden Zuschüsse zogen sich durch mehrere Jahre und verzögerten die Inangriffnahme der Bauarbeiten erheblich.

Mittlerweile hatte die Metropolitan Bahn die erste Strecke des Schlussstücks von Aldgate bis Trinity Square selbständig ausgebaut und an letzterem Punkte 1882 eine provisorische Station aus Holzwerk errichtet, welche nach dem in der Nähe befindlichen altgeschichtlichen Tower-Gefängnisse »Tower of London« genannt wurde. Diese Station wurde später geschlossen; ihre Bahnsteige und Treppenanlage bestehen jedoch zur Zeit noch, wie man bei der Fahrt von Mark Lane nach Aldgate vom Zuge aus bemerken kann.

Oktober 1884 — 30 Jahre nach der Genehmigung der ersten Bahnstrecke — war dann endlich der Innenring vollendet und seit der Zeit der geschlossene Ringbetrieb ermöglicht. Gleichzeitig mit dem Ausbau des in Rede stehenden Schlussstückes wurde die östliche Verbindungsstrecke mit der East London Railway, die sogenannte City Lines Extension, sowie die von St. Mary's auslaufende kurze Kopfstrecke der District-Bahn nach Mile End in Angriff genommen und durch 2 Kurven an die Innenring-Geleise angeschlossen. Die Station Aldgate liegt auf die Weise innerhalb eines Geleisedreiecks.

Die Strecke Aldgate—Tower of London wurde der beiden Bahnen gemeinsamen Strecke zugeteilt, wohingegen die Metropolitan Bahn die nördliche Anschlusskurve der City Lines Extension erhielt.

Der erste Entwurf zu den Untergrundbahnen rührt von Sir John Fowler her, dem nachmaligen Erbauer der Firth of Forth-Brücke[2]), der im Verein mit Sir Benjamin Baker, dessen Name gleichfalls mit dieser Riesenbrücke eng verknüpft ist, den Bau der Strecke Moorgate Street—King's Cross—Mansion House leitete. Der Abschnitt Moorgate Street—Aldgate wurde von den Ingenieuren Wilson bezw. Brady und Tomlinson jun. zur Ausführung gebracht, während das Schlussstück von Sir John Hawkshaw und J. Wolfe Barry entworfen und fertiggestellt wurde.

Jede der beiden Untergrundbahn-Gesellschaften betreibt ihre Linien selbständig, jedoch bezüglich des Innenringes und einiger Abzweigungen nach einem von beiden Verwaltungen gemeinschaftlich festgestellten Fahrplane und auf grund gemeinsamer Bestimmungen. Beide Verwaltungen lassen auf dem Innenring Ringzüge verkehren, die District-Bahn jedoch nur auf dem inneren Geleiszuge, d. h. in der Richtung von Mansion House über Aldgate und Edgware Road nach ersterer Station zurück, während die erheblich zahlreicheren Metropolitan-Ringzüge, wenigstens im Sommer 1886 und 90, sowohl den äufseren wie inneren Gleisring befahren[3]). Die ungleiche Zugzahl ist durch die zwischen beiden Bahnen gemäfs der

[1]) 1 Pfund Sterling ist = 20 ℳ gerechnet.

[2]) Z. 1888 S. 912 und 1891 S. 8.

[3]) Im Winter 1890/91 wurde der innere Geleisring nur von den District-, der äufsere nur von den Metropolitan-Zügen benutzt.

von jeder besessenen Innenring-Strecke festgesetzten Naturalausgleichung bedingt, worüber im letzten Abschnitt noch näheres enthalten ist.

Die St. John's Wood-Linie wird allein von der Metropolitan-Bahn, die Fulham, Hounslow und Ealing-Abzweigung dagegen nur von der District-Bahn betrieben, während die Widened Lines lediglich von den Stadt- und Vorortzügen der oben genannten 5 Hauptbahnen benutzt werden.

Trotz der gemeinsamen Interessen und der gegenseitigen Verbindlichkeiten stehen beide Bahnen in scharfem Wettbewerbe mit einander. Beide werden kaufmännisch geleitet und ihre Verkehrsdirektoren sind bemüht, ihren Linien thunlichst viele Reisende zuzuführen.

Die District-Bahn hat zu dem Zwecke seit einigen Jahren neben ihren Hauptwerkstätten in West Brompton (nahe Earl's Court Station) geräumige Baulichkeiten errichtet, welche sie an einen Unternehmer zwecks Abhaltung nationaler Ausstellungen verpachtet hat, um durch deren Anziehungskraft Reisende für ihre Linien zu gewinnen (Exhibition traffic). So fand hier 1887 eine amerikanische, 1888 eine italienische, dänische und irische, 1889 eine spanische und in diesem Jahre (1890) eine französische Ausstellung statt, letztere verbunden mit einer besonderen Schaustellung, für die allerorten in London geschickt Reklame gemacht war. Im nächsten Jahre soll bekanntlich eine deutsche Ausstellung an die Reihe kommen, für die zur Zeit der englische Unternehmer J. R. Whitley bemüht ist, den gröfseren Teil der Nordwestdeutschen Gewerbe- und Industrie-Ausstellung in Bremen zu gewinnen.

Die Metropolitan Gesellschaft ist in ähnlicher Weise bestrebt, den Verkehr ihres Netzes zu heben. Zu dem Zweck hatte sie sich vor kurzem mit der Tower-Gesellschaft, welche nach dem Vorbilde des Eiffelturms einen mächtigen Turm in der Nähe von London errichten will, in Verbindung gesetzt, damit dieses Bauwerk thunlichst in der Nähe ihres Netzes errichtet werde. Da der schon genannte Sir Edward Watkin an der Spitze des Tower-Unternehmens steht, so ist zwischen den beiden Gesellschaften ein Uebereinkommen im Sinne der Metropolitan Gesellschaft erzielt worden. Letztere wird somit wahrscheinlich 1892, dem Jahre der geplanten Vollendung des Turmes, eine namhafte Verkehrszunahme dadurch zu verzeichnen haben. Sie spricht sich denn auch in ihrem amtlichen Bericht vom Jahre 1889 schon hoffnungsreich über dieses Unternehmen aus.

Beiläufig mag bemerkt werden, dass der etwa 400 m hohe Turm in Wembley Park zwischen Neasden und Harrow errichtet werden wird. Es liegt die Absicht vor, das Bauwerk mit grofsartigen Anlagen und Gebäuden für Ausstellungszwecke zu umgeben und einen dauernden Anziehungsort ersten Ranges zu schaffen. Die Metropolitan Ry. Co. hat bereits in Wembley Park den Bau einer Station in Angriff genommen.

Eine hochwichtige Verkehrsquelle erblicken die Bahngesellschaften aber mit Recht in einem lebhaft entwickelten Vororteverkehr; diesen suchen beide nach Kräften zu heben, da der städtische Verkehr bei weitem nicht für eine auch nur mäfsige Verzinsung des ungeheuren Anlagekapitals ausreichen würde. Hieraus erklärt sich denn auch die oben unter IV. Abzweigungen, erörterte stetig fortschreitende Ausdehnung der Vorortstrecken bezw. das Ueberleiten von Untergrundzügen auf die Gebiete anderer Bahngesellschaften.

Die Längenverhältnisse des Untergrundbahnnetzes sind nach den amtlichen Rechenschaftsberichten (Report and Accounts) beider Eisenbahngesellschaften in den 2 nachstehenden Zusammenstellungen dargelegt.

a) Metropolitan Railway:

Länge der eigenen Bahnlinien 58,638 km, davon in eigenem Betriebe	54,947 km[1])
» » gemeinschaftlich angehörigen Bahnlinien 7,422 km, davon in eigenem Betriebe	6,617 km[2])
zusammen	61,564 km

[1]) Die der Metropolitan Bahn angehörigen Widened Lines werden nur durch die oben aufgeführten 5 Hauptbahnen betrieben.

[2]) Die 805 m lange Strecke Latimer Road—Uxbrigde Road des Mittelringes bezw. der Hammersmith and City Railway wird von der Great Western-Bahn allein befahren.

Uebertrag	61,564 km
Länge der seitens der Metropolitan-Gesellschaft in Betrieb genommenen Bahnlinien	0,241 »
» » durch Metropolitan-Züge befahrenen fremden Bahnlinien	21,882 »
zusammen	83,687 km

b) Metropolitan District Railway.

Länge der eigenen Bahnlinien	20,937 km
» » gemeinschaftlich angehörigen Bahnlinien	2,673 »
» » seitens der District-Gesellschaft in Betrieb genommenen Bahnlinien .	9,151 »
» » der durch District-Züge befahrenen fremden Bahnlinien	24,618 »
» » gemeinsam gepachteten	5,100 »
zusammen	62,480 km.

Hiernach hat die Metropolitan-Bahn, die von ihr gemeinschaftlich besessenen Strecken nicht mitgerechnet, eine Länge von 58,688 km, von denen sie 54,947 km, darunter die 41,4 km lange St. John's Wood-Linie, selber in Betrieb hat, die District-Bahn dagegen eine solche von 20,937 km. Ohne die Hammersmith and City Railway besitzt das gesammte Untergrundbahnnetz eine Länge von 82,3 km.

Die Länge des Innenringes beträgt 20,680 km, von denen 12,423 km (South Kensington—Edgware Road—Aldgate) der Metropolitan-, 6,515 km (Mansion House—Blackfriars—South Kensington) der District-Bahn und 1,742 km (Aldgate—Mark Lane—Mansion House, jedoch ohne die beiden Endstationen) beiden Gesellschaften gemeinsam angehören.

In der unter a) vermerkten Kilometerzahl der »befahrenen fremden Bahnlinien« ist aufser der Great Western, South Western und District Bahn die von der Metropolitan Co. gemeinschaftlich gepachtete East London Railway mit 5,612 km enthalten, während die District-Gesellschaft in ihrem amtlichen Bericht diese Bahn in der von ihr benutzten Länge gleich 5,100 km — wie unter b) geschehen — von den befahrenen fremden Linien — South Western und Metropolitan Bahn — getrennt verzeichnet. Mit Ausnahme des am Mittelringe gelegenen Great Western-Zweiges (Bishop's Road—Westbourne Park) der 5,57 km langen Wimbledon-Linie (Putney Bridge Junction—Wimbledon) und einer 1,02 km langen (von der Metropolitan Bahn allein befahrenen) Verbindungsstrecke der South Western-Bahn werden die übrigen »fremden« Bahnabschnitte sowohl von den Metropolitan- als von den District-Zügen befahren. Fasst man hiernach das Netz der von beiden Untergrundbahnen besessenen und betriebenen, sowie gepachteten bezw. befahrenen Linien zusammen, so ergeben sich folgende Betriebslängen:

Metropolitan und Metropolitan District-Bahn:

in eigenem Besitz und Betrieb insgesammt . .	78,559 km
befahrene bezw. gepachtete Linien	21,119 »
zusammen	99,678 km
dazu die Hounslow-Linie, von der District-Bahn allein betrieben	9,151 »
desgl. Ham. and City Railway von der Metropolitan (u. G. W. Ry.) betrieben	3,942 »
insgesammt	112,771 km.

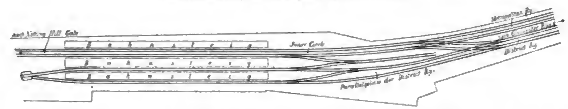
Bezüglich der Zahl der Geleise ist noch zu bemerken, dass sämmtliche Linien des Untergrundnetzes zweigeleisig hergestellt sind, mit Ausnahme der Strecken Moorgate Street—King's Cross und High Street—South Kensington, welche 4 Geleise aufweisen, sowie der nur eingeleisig ausgebauten 2,4 km langen Schlussstrecke der Hounslow-Linie: Lampton Junction—Hounslow Barracks, und der eingeleisigen Verbindungslinie zwischen West Kensington und der neben dem Midland-Kohlenbahnhofe gelegenen Hauptwerkstätte Lillie Bridge Yard der District Bahn. Die beiden letztgenannten Ausnahmefälle beziehen sich jedoch nur auf kurze Linien untergeordneter Bedeutung.

Gleichwie die Widened Lines zwischen Moorgate Street und King's Cross sind auch das 3. und 4. Geleise der District-Linie High Street—South Kensington im allgemeinen unabhängig von dem Betriebe des Innenringes. Sie werden für

den Verkehr zwischen diesen beiden Endstationen für 4 Züge täglich benutzt. Beide Parallelgeleise zweigen (bei Princess Street) nahe South Kensington mittels Weichen aus dem Innenring ab, sind in High Street durch solche mit dem Innenring verbunden und laufen in letztrer Station als Sackgeleise an einer Drehscheibe aus, Fig. 5. Die nach und von High Street über Earl's Court fahrenden Züge benutzen in dieser dasselbe Geleis. Die abgekuppelte Lokomotive

Fig. 5.

Grundrissanordnung der Kensington- (High Street) Station.



eines eingefahrenen Zuges wird um etwa 30° gedreht und fährt dann auf dem zweiten Geleise vor das andere Ende des Zuges, um ihn wieder nach Earl's Court und weiter zu befördern. Bemerkt sei noch, dass die in einem kurzen Sacktunnel liegende Drehscheibe der Raumersparnis wegen ihren Drehpunkt nicht, wie sonst üblich, in der Mitte besitzt, sondern an dem vor der Tunnelstirnwand liegenden Ende.

Fig. 6. Geleisanlage der Earl's Court-Station.

Auch die mehrfach erwähnte Earl's Court - Station, der wichtigste Knotenpunkt der District-Bahn, weist nach beiden Fahrrichtungen kurze 4geleisige Strecken auf. Ihre Geleisanlage, Fig. 6, ist nächst Mansion House und Moorgate Street die reichste an Weichen und Kreuzungen und dadurch noch erwähnenswert, dass ein nach High Street führender Schienenstrang die von Glo'ster Road nach Earl's Court laufenden Geleise schräg unterfährt, um in das Südgeleise der letzteren Station auszulaufen.

II. Bauausführung.

Neigungs- und Krümmungsverhältnisse, Tunnel usw., Stationen.

Vor den eigentlichen Bauarbeiten seien kurz die Bodenverhältnisse des Londoner Geländes besprochen, da sich dadurch manche Eigentümlichkeiten der Bahnanlage erklären.

Das Gelände steigt vom Nordufer der Themse verhältnismäfsig steil an, zeigt im Stadtgebiete wiederholt starke Hügelbildung[1]) und wird gegen Norden durch eine Hügelkette (Hampstead und Highgate Hills) begrenzt. Die Bodengestaltung ist eine höchst unregelmäfsige, sie wechselt in ihrer Höhenlage von 2,44 m unter bis zu 135,11 m über Hochflut.

Auf der genannten Hügelkette entspringen mehrere Wasserläufe, die früher als offene Gewässer sich in die Themse ergossen, und in die das Flutwasser der letzteren eindrang. Mit der Ausdehnung des Londoner Häusernetzes und dessen Kanalisation wurden diese Wasserläufe in Kanäle (Sewers) geleitet, die gleichzeitig auch Abwässer der Stadt aufnehmen und in die Themse (mittels Flutklappen) münden. Der wichtigste dieser Wasserläufe ist der Fleet River, welcher bei Blackfriars mündet; er war früher zur Flutzeit schiffbar. Die hohen Strafsenkreuzungen in Holborn Valley und Ludgate Hill weisen noch auf das ehemalige Flussbett hin. Dieser Kanal hat den Untergrundbahnen auch am meisten Schwierigkeiten bereitet. Nicht weniger als 5 Kreuzungen finden zwischen ihm und den letzteren statt: zwei bei der Station King's Cross über den beiden Verbindungsstrecken der Widened Lines mit der Great Northern-Bahn, eine in der Frederick Street über der Metropolitan-Bahn, eine andere an derselben Stelle über den Widened Lines und endlich die fünfte bei Blackfriars unter der District-Bahn.

[1]) Die Stadtbezirke Campden Hill, Haverstock Hill, Maida Hill, Notting Hill u. a. führen ihren Namen nach derartigen Hügeln.

Der südliche Teil des Innenringes durchzieht gröfstenteils das alte, jetzt in eine grofsartige und glänzende Verkehrsstrafse — The Thames Embankment — umgewandelte Flussbett, während der nördliche in dem ansteigenden Vorgelände der Hampstead Hills liegt. Es muss daher auch naturgemäfs ein erheblicher Höhenunterschied zwischen den Geleisanlagen dieser beiden Teile bestehen; so liegen denn die Geleise auf der ersteren, der District-Bahn, im mittel 4 m unter Themsehochwasser, dagegen auf dem nördlichen Zuge 18,3 m darüber. Das niedrigst gelegene Gelände, welches von dem Innenringe durchzogen wird, ist das in Victoria Street. Es liegt mit seiner Oberfläche 1,22 m unter Hochwasser, die Geleise nahe dieser Stelle sogar 6,4 m unter H.-W. oder 0,914 m unter Niedrigwasser, während die höchst gelegene Fläche bei Edgware Road sich befindet, und zwar 27,75 m über H.-W. Der höchste Punkt des unterirdischen Geleisnetzes liegt auf der St. John's Wood - Linie bei der Station Finchley Road 51 m über H.-W.

Der steile Abfall des Geländes vom Norden zur Themse, durch welchen der östliche und westliche Teil des Innenringes zieht, bedingte die Anlage tiefer Einschnitte auf diesen Strecken. Im östlichen Geleiszuge waren solche von 10 m, im westlichen von 13 m Tiefe anzulegen. Die geringste Tiefenanlage der Schienen unter Erdfläche beträgt bei dem Innenringe 2,75 m, die gröfste 19,83 m.

Was die Art des Bodens anbelangt, so kamen bei der Metropolitan-Bahn gröfstenteils Schichten von Sand und Kies, sowie von Thon in betracht, während auf der neben der Themse sich herziehenden District-Linie vorzugsweise angeschwemmter und aufgetragener Boden vorgefunden wurde, der viel Schlamm und Schlick, dagegen wenig Kies und Sand und nur in vereinzelten Fällen Thon aufwies. Stellenweise wurde auch eine bis 7,5 m starke Kulturschicht, die sich im Laufe der Jahrhunderte aus Trümmern, Abfällen usw. gebildet hat, durchfahren, ebenso auch bis 2 m dicke Torflager, die in Längen von über 200 m vorkommen. Infolge des schlechten Baugrundes war die District-Gesellschaft gezwungen, die Fundamente der gemauerten Tunnel bei Charing Cross 7,63 m unter Schienenoberkante oder 11,28 m unter Hochwasser zu legen. Bei der Temple-Station musste die Fundamentsohle 6,4 m, bei Blackfriars immer noch 4 m unter Schienenoberkante angeordnet werden.

Neigungsverhältnisse. Fig. 7 zeigt einen geologischen Durchschnitt durch das vom Innenringe durchzogene Gelände und lässt in übersichtlicher Weise erkennen, wie die Steigungs- und Gefällsverhältnisse der äufseren Bodengestaltung angepasst sind[1]). Die letzteren sind in der Fig. 8 näher dargestellt. Fig. 7 zeigt zugleich die eingangs dieses Abschnittes geschilderten grofsen Höhenunterschiede zwischen der Metropolitan- und der District-Bahn. Während erstere meist höher als die Abzugskanäle liegt, gehen diese über die letztere hinweg, um nahe den Kreuzungspunkten in die Themse zu

[1]) Ausführlicheres hierüber geben die Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Session 1884/85 Part. III.

Fig. 7.

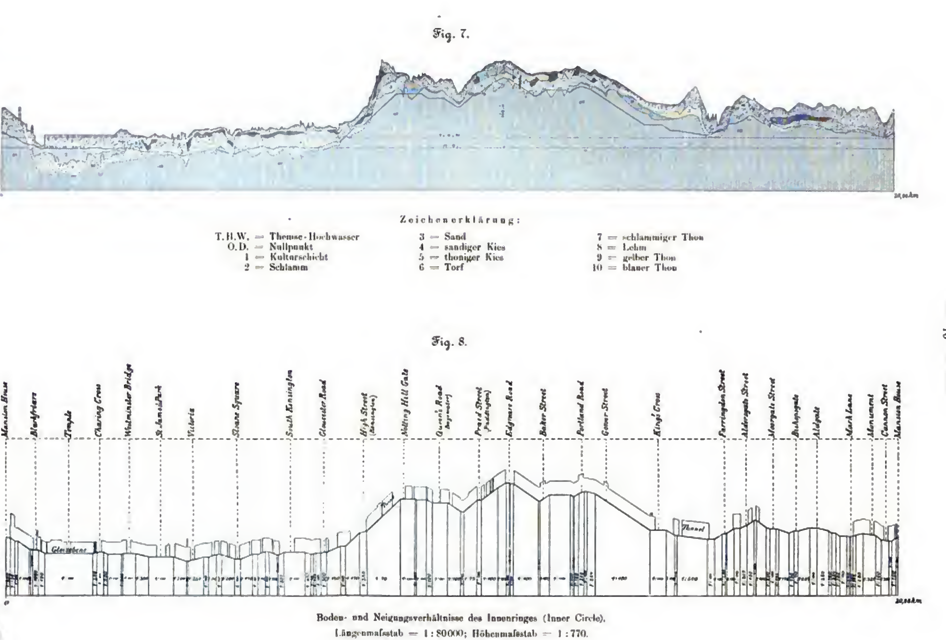


Fig. 8.

Boden- und Neigungsverhältnisse des Innenringes (Inner Circle).
Längenmaſsstab = 1 : 80000; Höhenmaſsstab = 1 : 770.

münden. Den Höhenunterschied zwischen dem Fleet-Thal (bei Blackfriars) und dem auf einer Hügelkuppe gelegenen (ältesten) Teile der City überwindet die District-Bahn durch eine mehr als 800 m lange Steigung von 1 : 100.

Da, wo die Metropolitan-Bahn die ehemaligen Thäler des West Bourne und des Ty Bourne — zweier in Kanäle gefasster Wasserläufe — durchschneidet, sind Neigungen von 1 : 75 und 1 : 100 erforderlich gewesen, während auf dem von Nord nach Süd stark abfallenden westlichen Teile des Innenringes gar Gefälle von 1 : 70 auf 940 m und 1 : 75 auf 313 m Länge, auf dem östlichen Teile solche von 1 : 100 auf mehr als 1600 m Längenerstreckung notwendig wurden. Die gröfste auf dem Untergrundnetz überhaupt sich vorfindende Neigung liegt mit 1 : 39 bei Ludgate Hill auf der Verbindungsstrecke der Widened Lines mit der London, Chatham and Dover-Bahn. Nördlich von der Station Farringdon Street besitzen die Widened Lines auf einer Länge von 225 m die Neigung 1 : 40, während die beiden nach der Great Northern-Bahn auslaufenden Verbindungsstrecken dieses Geleispaares 1 : 46 (östliche Abzweigung) und 1 : 48 (westliche Abzweigung) aufweisen. Sehr ungünstige Verhältnisse finden sich auf der St. John's Wood-Linie. Steigungen von 1 : 44 und eine 645 m lange von 1 : 60 wechseln mit solchen von 1 : 80, 1 : 90 usw. ab. Der gesammte Höhenunterschied zwischen dem Anfangs- und Endpunkte der 3,54 km langen Tunnelstrecke Baker Street—Finchley Road dieser Zweigbahn beträgt 30,8 m.

Auch die Stationen liegen vielfach in ihrer ganzen Längenerstreckung in Steigungen, so z. B. die Stationen High Street in 1 : 250, Farringdon Street und Aldersgate Street in 1 : 200, Baker Street und Gower Street in 1 : 100, eine in Deutschland nicht übliche Anordnung.

Krümmungsverhältnisse. In gleichem Sinn ungünstig müssen auch die Krümmungsverhältnisse dieser Bahnen bezeichnet werden. Ein grofser Teil der letzteren liegt in Kurven, deren Halbmesser vielfach nur 10 chains = 201,17 m beträgt. An zwei Stellen, bei South Kensington in der Abzweigung der District-Bahn, sowie bei Snow Hill in der Verbindungsstrecke der Widened Lines mit der London, Chatham and Dover-Bahn, liegen Kurven von 7½ chains = 150,8 m, während die Abzweigung der St. John's Wood-Linie aus dem Innenringe sogar nach einem Halbmesser von nur 6 chains = 120,7 m ausgeführt ist. Die kurvenreichste Strecke ist das Schlussstück des Innenringes: Mansion House — Aldgate. Die Krümmungshalbmesser betragen hier fast durchweg 10 ch., an einer Stelle (nahe Mansion House) nur 8 ch. = 160,8 m. Mehrfach schliefsen auf diesem Geleisabschnitte 3 verschiedene Kurven als Gegenkurven an einander (vgl. auch Fig. 55). Auch die Stationen sind mehrfach in Krümmungen angelegt, so z. B. Farringdon Street, King's Cross und Monument (200 m-Kurve), Notting Hill Gate (300 m), Aldgate (360 m) usw. Die Station Farringdon liegt sonach sowohl in einer starken Steigung wie in einer Krümmung, was auch bei verschiedenen anderen Stationen der Fall ist.

Bei der Beurteilung der Bauarbeiten für die Untergrundbahnen ist besonders in betracht zu ziehen, dass vor 30 Jahren noch keinerlei Erfahrungen über derartige Bahnanlagen vorlagen; dadurch wurde den bauleitenden Ingenieuren ihre schwierige Aufgabe ganz wesentlich erschwert. Sir Benjamin Baker äufserte selbst in einem vor einigen Jahren über diese Arbeiten gehaltenen Vortrage[1]), dass er aus persönlicher Erfahrung bezeugen könne, ein wie grofser Teil derjenigen technischen Fragen, deren Lösung jetzt klar gegeben und sicher vorgezeichnet sei, derzeit eingehende Besprechungen und Erörterungen verursacht hätte, ehe die Bauleitung sich zur Ausführung entschliefsen konnte. Damals habe man noch nicht gewusst, in welcher Weise Ausschachtungen in der Nähe grofser Gebäude auszuzimmern und wasserfrei zu halten wären, ohne letztere zu gefährden und den Sand unter ihren Fundamenten fortzuziehen, wie diese unterfangen, Abzugskanäle über oder unter der Bahnlinie fortgeleitet würden, wie Tunnel getrieben und die Geleise unter Häusern fortgeführt würden, ohne diese niederzureifsen, wie Einschnitte ausgemauert und namentlich in Ziegeln hergestellte Deckengewölbe angeordnet würden, um Gebäude von grofser Höhe und bedeutender Gewichtsbelastung mit Sicherheit, selbst einseitig tragen zu können, wie Eisenträger das umliegende Mauerwerk durch ihre Ausdehnung und Zusammenziehung beeinflussen, wie das Tunnelmauerwerk herzustellen wäre, um Gebäude jeglicher Höhe und Gewichtsbelastung später tragen zu können, wie der Strafsenverkehr oberhalb der Bahnarbeiten aufrecht zu erhalten wäre, und eine Menge Fragen ähnlicher Art.

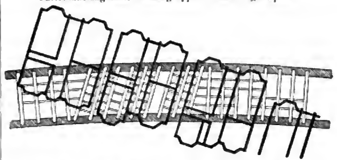
[1]) s. S. 9. Anm. r. Sp.

Wie schnell die Gröfse der Bauten bei diesen Bahnen mit der Erfahrung wuchs, mögen folgende Beispiele bezeugen.

Als der älteste Teil der Bahn (1861) unter einem Häuserpaar im Park Crescent hergeführt werden musste, wurden deren über der zukünftigen Bahnlinie stehende Teile niedergerissen und nach Ausführung des Tunnelmauerwerkes auf schweifseisernen Kastenträgern wieder aufgebaut. Vier Jahre später wurden bereits in ähnlichem Falle im Pembridge Square die Häuser erhalten; unterhalb derselben wurden die Seitenwände des Tunnels nach und nach in kurzen Längen aufgebaut und eiserne Träger von 7,62 m Spannweite eingezogen, die wiederum Querträger stützten, welche durch die Häusermauern gezogen waren (vgl. Fig. 9). Im Park Crescent wird die Küche der Wohnhäuser von der Bahn nur durch eine Balkenlage aus altem Schiffsholz getrennt, in Pembridge Square sind bereits Gewölbekappen aus Ziegeln hierfür angewandt. 1861 hegten die Ingenieure Zweifel, ob Bauten aus Stein und Eisen haltbar sein würden; man führte deshalb die Front der Edgware-Station (älteste Station) aus Holz auf und stützte sie durch 14,9 m lange Träger; 1865, bei Ausführung der Station Moorgate, zögerte man nicht mehr, eine Ziegel- und Sandsteinfront im Gewicht von 1300 t auf einem kontinuirlichen Träger von 41,1 m Länge zu errichten.

Fig. 9.

Untertunnelung einer Häusergruppe in Pembridge Square.



Die unterirdischen Bahnlinien verfolgen thunlichst die Strafsenzüge. Wo die Häusermassen nicht zu umgehen waren, wurden diese entweder unterfahren oder, wenn angängig, angekauft und niedergerissen, sodass z. t. offene Einschnitte hier angelegt werden konnten.

Die wichtigeren Bauten seien kurz hier besprochen.

a) Tunnel. Auf den Untergrundlinien befinden sich 3 Tunnel, welche in dem oben erwähnten, nach der Themse steil abfallenden östlichen und westlichen Zuge des Innenringes liegen: der 665 m lange Clerkenwell-Tunnel auf der Strecke King's Cross — Farringdon, der Widening-Tunnel, 670 m lang, neben dem vorhergehenden, und der 385 m lange Campden Hill-Tunnel zwischen Notting Hill Gate und Kensington High Street. Die beiden ersten Tunnel sind 28' 6" (8,692 m), der letztere 25' (7,62 m) breit; alle drei sind ausgemauert mit halbkreisförmigem Ziegel-Deckengewölbe von 762 mm Stärke und einem 4 Ring starken Fundamentgewölbe.

Der Clerkenwell-Tunnel ist der älteste; er wurde Ende 1860 begonnen und im Mai 1862 vollendet. Er ist ganz durch eine Thonschicht getrieben. Die Geleise liegen in ihm 6,3 bis 18 m unter Erdfläche.

Der Widening-Tunnel wurde nach ungefähr 1½jähriger Bauzeit im Frühjahr 1867 fertiggestellt. Er unterfährt unweit der Station Farringdon Street den vorgenannten Tunnel. Die Schienen liegen in ihm an ihrer tiefsten Stelle rd. 18 m unter der Erdfläche. Etwa in der Mitte befindet sich ein 9 m langer offener Einschnitt mit einer Signalstation. Zwischen

dieser und der östlichen Tunnelmündung sind 3 Lüftungsschächte angeordnet.

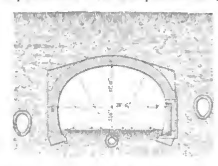
Der Campden Hill-Tunnel wurde gleichzeitig mit dem vorhergehenden hergestellt. Infolge der ungünstigen Bodenverhältnisse gestaltete sich die Bauausführung sehr schwierig. Wiederholt brach die Auszimmerung und grofse Sandmassen drangen in das Innere, was wiederum erheblichen Schaden an den darüber und in der Nähe befindlichen Gebäuden nach sich zog. Lüftungsschächte sind nicht vorhanden, wohl aber ein 9 m langer offener Einschnitt ungefähr in der Mitte.

b) Bedeckte Einschnitte (Covered Ways). Mit Ausnahme eines kürzeren Abschnittes unter Euston Road, welcher nach Art der Tunnel ausgeführt wurde, obschon die Stärke des Erdreiches oberhalb der Auszimmerung nur 1,8 bis 2,7 m betrug, sind alle übrigen unterirdischen Strecken, soweit sie nicht unter Gebäuden herzustellen waren, im offenen Einschnitte aufgemauert und alsdann wieder hinterfüllt worden. Die Engländer nennen diese Tunnelart »Covered Way« (bedeckter Einschnitt) im Gegensatz zu den eben besprochenen eigentlichen Tunneln. Im folgenden sei jedoch diese Unterscheidung nicht weiter berücksichtigt.

Auf der Strecke Paddington bis Moorgate Street sind die Tunnel 28' 6" (8,692 m), auf allen übrigen Linien dagegen nur 25' (7,620 m) breit. Es rührt dieses daher, dass jene Strecke, wie beim »Oberbau« näher erörtert wird, ursprünglich mit der gemischten Spur, letztere aber mit der normalen ausgestattet waren. Fig. 10 zeigt den Tunnelquerschnitt der älteren Bahnstrecke mit der ehemaligen gemischten Spur. Die Decke besteht aus einem elliptischen, 6 Ring (etwa 700 mm) starken Bogen. Die Seitenwände sind innen gleichfalls elliptisch, aufsen gerade, ihre Fundamente sind ohne Betonunterlage und Bogenaussteifung. Die lichte Höhe zwischen Schienenoberkante und Gewölbescheitel beträgt 5 m.

Fig. 10.

Tunnelquerschnitt der älteren Metropolitan-Strecke (1861).



Das Deckengewölbe wird durch eine 19 mm starke Asphaltschicht entwässert. Hinter den Seitenmauern leiten Rohre das Wasser zu einem unterhalb der Bettung liegenden Entwässerungskanal von 458 mm Dmr., aus welchem es zu den städtischen Abzugskanälen geführt wird. In den beiden Tunnelwänden sind wechselseitig, in je 15,25 m Abständen, Nischen zum Schutz des Streckenpersonales angebracht.

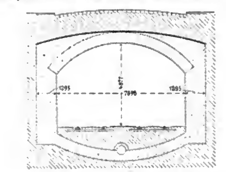
Auf dem älteren Teile der District-Bahn hat man einen ganz ähnlichen Querschnitt gewählt, jedoch die Fundamente auf eine Betonschicht von 1,3 m Breite und 0,76 m Dicke gesetzt. Die lichte Höhe des Gewölbescheitels über Schienenoberkante beträgt hier bei 7,62 m Spannweite 4,8 m; die Gewölbestärke 5 Ringe. Die Entwässerung und die Anlage von Rettungsnischen ist die gleiche wie bei der Metropolitan-Bahn.

Auf dem unter der Hochwasserlinie liegenden Abschnitt der District-Bahn South Kensington—Blackfriars wurde auf den besonders tief liegenden Strecken in ganzer Länge ein starker Fundamentbogen aus Beton eingebaut (vgl. Fig. 11), der sowohl zum Abstützen der Seitenwände als auch zur Abhaltung des Grundwassers dient, während auf den weniger tief gelegenen Stellen ein auf Beton ruhender Ziegelbogen zur Ausführung gebracht ist.

Für die vor 6 Jahren ausgebaute, den beiden Untergrundbahnen gemeinschaftlich gehörige Strecke Mansion House—Aldgate—St. Mary's ist ein Kreisbogen-Gewölbe zur Anwendung gebracht, je nach der zur Verfügung stehenden Konstruktionshöhe mit hohem oder niederem Pfeil. Im ersteren Falle ist die Höhe des Scheitels über Schienenoberkante 18' = 5,486 m, im letzteren, Fig. 11, ist sie 2' = 0,609 m geringer. Der Gewölbhalbmesser beträgt im ersteren Falle 3,96 m, im letzteren 4,57 m. Die lichte Weite beträgt 25' 3" = 7,696 m mit Ausnahme einer stark gekrümmten Strecke unter Crescent, welche 26' = 7,925 m weit gehalten ist. Die Gewölbstärke beträgt überall unterhalb der Strafsen 0,686 m.

Fig. 11.

Tunnelquerschnitt des Schlussstückes des Inneringes (1884).



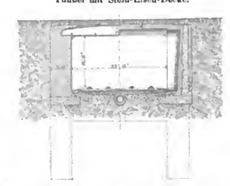
Die Gewölbe und Kappen dieses gemeinschaftlichen Geleisabschnittes sind sämmtlich aus harten Ziegeln in Portland-Zement hergestellt, die Seitenwände mit dem unteren Aussteifungsbogen dagegen ganz aus Portland-Zement-Beton. Letzterer ist aus 1 T. Zement, $2^1/_2$ T. Sand und $3^1/_2$ T. Kies zusammengesetzt. Soweit Sand und Kies nicht bei den Ausschachtungen gewonnen wurden, sind sie der Themse entnommen. Abweichend von den älteren Strecken sind hier die Nischen für das Streckenpersonal beiderseits in je 30' = 9,15 m Entfernung angebracht.

Die Deckengewölbe wurden teils von vornherein so stark ausgeführt, dass sie Gebäude zu tragen vermögen, teils wurden sie nachträglich entsprechend verstärkt. Das Gewölbe zeigt in einigen Fällen eine erhebliche Stärke; so ist es in Victoria Street (Westminster), wo die Bahn etwa 120 m lang unter besonders hohen Gebäuden herläuft — es kommen hier solche mit 11 Stockwerken vor — 8 bis 10 Ringe (etwa 1—1,3 m) stark ausgeführt.

Bei der Anlage sämmtlicher unterirdischen Geleisstrecken sind Aenderungen in der Höhenlage des Strafsenpflasters vermieden worden. In einzelnen Fällen kamen die Geleise dem letzteren so nahe, dass für ein Ziegel-Deckengewölbe die verfügbare Konstruktionshöhe nicht genügte. Es wurden dann Eisenträger für die Deckenbildung verwandt. Die Seitenwände sind hierbei mehrfach als Pfeilermauern ausgeführt.

Fig. 12.

Tunnel mit Stein-Eisen-Decke.

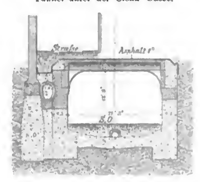


Auf diesen wurden gusseiserne Träger von $1^1/_2'—2^1/_2'$ = 457—762 mm Höhe in 1,83 bis 2,44 m Abständen gelagert, und zwischen diese 2 bis 3 Ringe starke Gewölbekappen gespannt, Fig. 12. Die Trägerunterkante ist von der Schienen-

oberkante nur 4,32 m entfernt. Da, wo Gebäude von den Eisenträgern zu stützen waren, wie z. B. in der engen Cloak Lane, Fig. 13, sind die Seitenmauern in voller Stärke (1,68 m) durchgeführt. Die Träger liegen hier mit ihrer Unterkante 4,19 m über den Schienen.

Fig. 13.

Tunnel unter der Cloak-Gasse.



Waren schwere Gebäude oder sonstige gröfsere Lasten zu stützen, so wurden auch schweifseiserne Träger verlegt. Beispielsweise finden sich an einzelnen Stellen unter Cloak Lane solche von 1,45 m Höhe bei 7,696 m Spannweite. Es hat sich jedoch gezeigt, dass diese auf den Untergrundlinien nicht vorteilhaft zu verwenden sind. Infolge der feuchten Luft sind die Unterhaltungskosten ihres Anstriches usw. erheblich. Uebrigens lässt das Eisenwerk hier im allgemeinen auf nicht besonders sorgsame Unterhaltung schliefsen. An vielen Stellen ist es ungewöhnlich stark von Rost überzogen, selbst da, wo es zum Tragen von Gebäuden bestimmt ist.

Erwähnung verdienen noch die glockenartigen Erweiterungen des Tunnelquerschnittes, welche überall da zur Ausführung gebracht wurden, wo eine Zweiglinie sich mit der in der Tunnelstrecke gelegenen Hauptlinie vereinigt, wie in Praed Street, Baker Street und King's Cross Junction. Der Engländer nennt eine solche Tunnelkonstruktion »Bellmouth«. In Praed Street Junction konnte wegen mangelnder Konstruktionshöhe ein Ziegelgewölbe nicht zur Anwendung gelangen; deshalb wurde über den Seitenmauern eine schweifseiserne Bogendecke angeordnet; sie ist an einem Ende 8,69 m, am anderen aber 18,3 m weit. Vom Geleise aus betrachtet, ähnelt sie einem umgestülpten Eisenschiff. In Baker Street Junction wurde die Bellmouth-Decke durch schweifseiserne I-Träger und Gewölbkappen gebildet, während in King's Cross ein Ziegelgewölbe angewandt werden konnte. Die älteren dem Anschlusse der Great Northern-Bahn dienenden 2 Erweiterungen, welche an ihren Enden je 8,69 m bezw. 13,87 m weit waren, mussten beim Ausbau der Widened Lines (1867) entfernt und durch 2 neue ersetzt werden, und zwar ohne dass der Betrieb auf der Metropolitan-Bahn oder zwischen dieser und der Great Northern-Bahn gestört werden durfte. Man hat von dem alten Bellmouth ein Stück der Länge nach weggeschnitten, den Gewölbeschub des Nachbartunnels durch gusseiserne verankerte Stützen aufgenommen und dann die neue Gewölbedecke eingebaut.

c) Offene Einschnitte (Open Cuttings). Da die hohen Grunderwerbskosten die Anlage offener Einschnitte mit Erdböschungen ausschlossen, mussten überall Futtermauern zur Anwendung gelangen. Sie sind auf dem ganzen Netze mit Ausnahme des Schlussstückes des Innenringes in gleicher Weise als Pfeilermauern in Ziegeln und Beton ausgeführt.

Die Entfernung von Mitte zu Mitte Pfeiler beträgt 3,35 m, die vordere Pfeilerstärke 0,914 m, die hintere 0,579 m. Die Mauerbogen sind 356 mm stark und durch Beton hinterfüllt. An der vorderen Seite sind die Mauern mit 1 : 8 abgeböscht, Fig. 14, und oberhalb des Strafsenpflasters mit einer 1,83 m hohen Schutzmauer gekrönt. Die Fundamentsohle reicht auf den höher gelegenen Geleisstrecken im allgemeinen 1,52 m unter Schienenoberkante. Die Stärke der Mauer (in Schienenhöhe) ist gewöhnlich gleich dem 0,4fachen der Höhe gewählt worden, bei 7,5 m Höhe also 3 m Dicke. An den Stellen, an denen die Einschnitte in gröfserer Tiefe auszuführen waren, hat man die Mauerstärke vermindert und

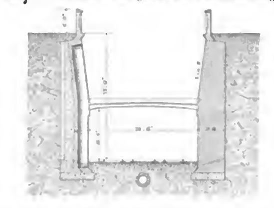
Fig. 14. Futtermauer.

Grundriss

dafür die Seitenwände durch gusseiserne, zwischen die Mauerpfeiler gespannte Stützen abgesteift.

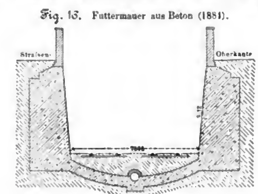
In dem 10 m tiefen Einschnitte bei Acton Street, auf dem östlichen Geleiszuge der Metropolitan-Bahn, hat man in 4,064 m Höhe über Schienenoberkante eine solche Absteifung durch eine Reihe Stützen bewirkt, Fig. 15. Bei gröfserer

Fig. 15. Futtermauer mit gusseiserner Stützenaussteifung.



Tiefe wurden 2 Reihen solcher Steifen übereinander angebracht, beispielsweise in einem 12,8 m tiefen Einschnitte auf dem westlichen Teile des Innenringes, vergl. Fig. 37. Die Fundamente sind hier auch durch ein Ziegelgewölbe abgesteift, in dessen Scheitel der Entwässerungskanal liegt. — Die älteren Einschnitte sind wie die Tunnel 28′ 6″ (8,689 m) breit angelegt, die anderen 25′ = 7,62 m. Auf dem Schlussstück des Innenringes sind nur 2 kurze Strecken nahe Mansion House und Minories Junction als offene Einschnitte

Fig. 16. Futtermauer aus Beton (1884).



zwischen Futtermauern ausgeführt, die übrige Strecke liegt gänzlich im Tunnel. Fig. 16 zeigt die hier in Anwendung gebrachte neuere Ausführung. Die Futtermauern sind ganz in Beton hergestellt, mit 1 : 12 abgeböscht und unten durch ein Betongewölbe abgesteift. Die Breite dieser Einschnitte beträgt in Schienenhöhe 25′ 3″ = 7,696 m.

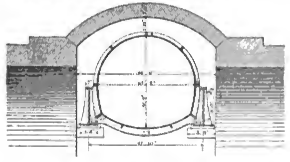
Besondere Bauausführungen.

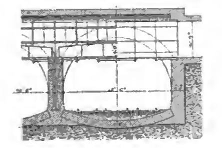
Aus der überreichen Zahl der besonderen Bauausführungen und interessanten Nebenarbeiten, welche bei Anlage der Untergrundbahnen notwendig wurden, seien hier nur die Kanalisationsarbeiten und das Unterfangen der Fundamentmauern der Gebäude hervorgehoben. Diese bieten eine solche Fülle bemerkenswerter Einzelheiten und lassen die überaus grofsen Schwierigkeiten dieses Bahnbaues in so hohem Mafse erkennen, dass ihrer hier kurz gedacht werden muss.

A. Abzugskanäle. Mit einer Ausnahme sind sämmtliche Kanäle, welche nicht ohne weiteres in einer gusseisernen Röhre über die Bahn geleitet werden konnten, in oftmals bedeutender Länge so viel tiefer gelegt, dass sie, ohne Schlammablagerungen befürchten zu lassen, mittels gemauerten Kanals unter den Geleisen durchgeführt werden konnten. Dass hierdurch umfangreiche Erd- und Mauer-

Fig. 17 u. 18.

Ueberführung des Fleet Kanals über die Metropolitan-Bahn.





arbeiten bedingt wurden, ist erklärlich, zumal die Kanäle grofsen Querschnitt aufweisen. Beispielsweise ist der Counter's Creek Sewer in West-London nach den gemachten Angaben 2,13 m breit und 2,44 m hoch, der nahe der Chelsea-Brücke mündende King's Scholar Pond Sewer sogar 4,27 m breit und 3,35 m hoch, der Fleet Sewer, welcher die District-Bahn in 2 Kanälen unterfährt, hat in jedem eine Breite von 3,5 m und eine Höhe von 1,98 m. Fig. 17 und 18 veranschaulichen die Art, wie mitunter die Abzugskanäle vermittels gusseiserner Röhren über die Bahnlinie geleitet sind. Sie zeigen die Ueberführung des Fleet Sewer über den in der Tunnelstrecke liegenden Innenring und die Widened Lines in Frederick Street nordwestlich von Farringdon. Das 3,1 × 2,93 m grofse, aus einzelnen Segmenten zusammengesetzte Rohr wird von gusseisernen Trägern gestützt und lagert mit seinen Enden unmittelbar in dem anschliefsenden Mauerwerk.

Eine andere bemerkenswerte Kreuzung dieser 4 Geleise ist durch den Middle Level Sewer ebenfalls nordwestlich der Station Farringdon Street bewirkt, nahe der Stelle, wo die hydraulische Pumpstation der Great Northern-Güterstation sich befindet. Der Kanal wird hier in einer fast 41 m langen schweifseisernen Röhre von 2,65 m Dmr. über die im offenen Einschnitt liegenden Geleise geleitet und ist durch 2 mächtige genietete I-Träger getragen, welche ungefähr in ihrer Mitte durch Säulen unterstützt sind. Bei der Station Sloane Square gelangte eine gusseiserne Röhre von 2,73 m Dmr. und 26,2 m Länge zur Anwendung, die mittels 21,3 m langer schweifseiserner Träger über die Geleise geführt und an beiden Enden mit einer schweifseisernen Expansionsvorrichtung ausgestattet ist.

Die zahlreichsten Kanalarbeiten kamen auf dem südlichen Teile des Innenringes vor, da hier die Bahnlinie von Westminster Bridge bis über Monument hinaus nahezu parallel mit der Themse verläuft und daher bei ihrer Anlage auf die hier ausmündenden Kanäle stofsen musste. Vielfach wurden bei diesen Arbeiten die Abwässer zeitweilig in gekalkten Holztrögen fortgeleitet, um welche in einzelnen Fällen die neuen gusseisernen Kanäle eingebaut wurden. Die kleinen Abzugskanäle wurden durch gusseiserne Röhren von eiförmigem Querschnitt geleitet.

Eine der schwierigsten Arbeiten war in Cannon Street, der anschliefsenden Great Tower Street und einem Teile von Eastcheap auszuführen. Hier lag ein grofser Kanal im mittleren Teile des Strafsenzuges, dessen Beseitigung zwecke Durchführung der Bahn notwendig war. Die Bauleitung war infolgedessen gezwungen, auf jeder Seite des Bahntunnels einen neuen kleineren Kanal herzustellen (vgl. Fig. 34). Bis zu deren Fertigstellung musste aber der alte Abzugskanal teils weiter benutzt, teils durch hölzerne Tröge ersetzt werden. Auch die Abwässer der Häuser waren hier zeitweilig abzuleiten. Alle diese zeitraubenden und kostspieligen Arbeiten wurden dadurch besonders noch erschwert, dass sie inmitten enger Häuserreihen zu vollführen waren und gemäfs einer Parlamentsvorschrift den äufserst lebhaften Strafsenverkehr — täglich passiren etwa 10000 Wagen und etwa 60000 Fufsgänger die 15,15 m breite Cannon Street — nicht stören durften. Sie mussten daher unterhalb einer provisorischen Holzbahn, welche während der Nachtzeit eingebaut und über die der Verkehr während der Bauzeit geleitet wurde, ausgeführt werden. Die zu beiden Seiten des Bahntunnels anzulegenden Abzugskanäle bedingten eine Verbreiterung der Ausschachtungen um 2,75 m über die für den Tunnel allein erforderliche Breite von 10,3 m. Infolgedessen kamen sie so nahe den Fundamenten der teilweise sehr schweren Gebäude, dass diese auf dem ganzen Strafsenzuge bis zu 6 m Tiefe unterfangen werden mussten, eine Arbeit, die viel Geschick erforderte und die Kosten des Baues um mehr als 1/2 Million Mark erhöhte.

B. Unterfangen von Gebäuden. Wie in Cannon Street sind überall da, wo der Bahntunnel nahe den Häusern zu liegen kam, diese unterfangen worden. Gewöhnlich sind zu dem Zwecke unter den Fundamenten neue Grundmauern aufgeführt, deren Sohle mindestens bis zu der Fundamentsohle des Tunnelmauerwerks hinabreicht (Fig. 13). Seltener sind die Gebäude durch Eisenträger gestützt worden. In vielen Fällen wurde das Unterfangen vor Beginn des eigentlichen Bahnbaues ausgeführt. Bei diesen Arbeiten war mit besonderer Vorsicht zu verfahren, damit Risse und sonstige Schäden an den Gebäuden vermieden wurden. Man hob in der Regel Gruben von 4′ (1,22 m) Länge unterhalb des Fundamentes aus, füllte sie bis zu 0,6—0,9 m Abstand von dem letzteren mit Beton und untermauerte sorgfältig auf diesem die Gebäude. Die Erfahrung führte zu dieser kurzen Länge von 4′. Verschiedentlich hatten die Unternehmer versucht, die Unterfangmauern in 12′ (3,6 m) Länge aufzuführen; erhebliche Beschädigungen an den betreffenden Gebäuden waren jedoch die Folge gewesen.

Diese ohnehin schwierigen Arbeiten wurden in manchen engeren Strafsen noch durch die Bauart der Wohnhäuser erschwert. Unter dem Bürgersteig liegt nämlich vielfach der Keller. Man musste daher da, wo das Unterfangen vor dem Bahnbau zu bewirken war, von einem unter dem Fahrwege angelegten Längsschachte aus einen Querstollen bis zu der vorderen Kellerwand treiben, diese sodann durchbrechen und von der Kellersohle aus die Gruben unterhalb des Fundamentes der Gebäudefront ausheben. Bei dem nachherigen

Ausschachten für den Bahntunnel mussten die Kellerfundamente ebenfalls unterfangen werden. Man hat in dieser Weise die vorerwähnten großen Unterfangungen in der Cannon Street, deren unterkellerte Bürgersteige 3 m breit sind, vorgenommen. Vergl. Fig. 34.

Eine der größeren älteren Unterfangungen wurde 1867 beim Bau der Widened Lines ausgeführt. Es musste neben der Station Farringdon Street eine 9,7 m hohe und 3,3 m dicke Futtermauer in einer Länge von 190 m und einer Tiefe bis über 7 m unterfangen werden. Die Arbeit, in der vorerwähnten Weise ausgeführt, gelang ohne jeglichen Schaden an der Mauer, obgleich der Baugrund aus Thon mit eingeschlossenen Sandnestern bestand und der mächtige Fleet-Kanal nur 4,5 m hinter der Mauer sich vorbeizieht.

Eine andere bemerkenswerte Ausführung dieser Art erfolgte beim Bau des Widening-Tunnels, welcher unter dem Tunnel des Innenringes hergeführt werden musste, ohne dass der Betrieb des letzteren gestört werden durfte. Trotzdem die Ringzüge in je 3 Minuten über der Baustelle kreuzten, erlitt der alte Tunnel keinerlei Nachteil. Es galt hier u. a. die Widerlager der von einem 16,77 m weiten Ziegelbogen getragenen Ray Street-Brücke zu unterfangen. Sie wurden in Längen von je 1,22 m untermauert, bezw. betonirt. In ähnlicher Weise wurden die Seitenwände des Innenring-Tunnels abgestützt. Die größte Tiefenlage der Schienen in dem Widening-Tunnel beträgt hierbei über 18 m unter Straßenpflaster.

Besonders schwierig war auch das Unterfahren der großen Lagerhäuser in Great St. Thomas Apostle und in der engen Cloak Lane. Man hat hier teils das Tunnelmauerwerk selbst zum Abstützen der schweren Gebäudemassen benutzt, teils eiserne Träger dazu verwandt.

Der alte Viadukt der Blackwall-Bahn, auf dem bekanntlich in der ersten Zeit nach seiner Erbauung die Züge mittels Seiltriebes in die City hineinbefördert wurden, wird ebenfalls von der Untergrundbahn unterfahren. Seine Fundamente wurden bei Ausführung des Schlussstückes an dieser Kreuzungsstelle entfernt und unterfangen, ohne dass der lebhafte Verkehr der Great Eastern- und der Tilbury and Southend-Bahn über den Viadukt gestört wurde, oder er selbst Schaden erlitt.

Beim Bau der Strecke Moorgate Street—Bishopsgate war der Bahntunnel in Blomfield Street zwischen zwei nahe gegenüberstehenden Kirchen und durch einen sehr schlechten Baugrund hindurchzuführen. Die eine Kirche ist auf Pfeilern erbaut; ihre 4 Außenwände und die das Dach stützenden Säulen mussten bis zu einer Tiefe von 10 m unterfangen werden, wobei die Gebeine zahlreicher hier Begrabener zu entfernen waren. Nach Beendigung der Bauarbeiten wurden diese wieder in den Gewölben beigesetzt und letztere vermauert.

Zum Schlusse sei noch des Unterfangens des 162,5 t schweren Denkmals des Königs Wilhelms IV. gedacht. Es besteht aus einer mächtigen Granitstatue auf einem runden Sockel aus gleichem Material. Der Bahntunnel musste mitten unter dem Denkmale durchgeführt werden. Da sich dessen Fundament als mangelhaft erwies, so war das Abfangen mit ganz besonderer Sorgfalt zu bewirken. Man hob an zwei gegenüberliegenden Punkten Schächte unter dem Fundament aus, füllte sie bis zur Kämpferhöhe des zukünftigen Bahntunnels mit Beton, darüber mit Mauerwerk aus und mauerte dann den Tunnel in kurzen Längen unter Zuhilfenahme von 4 nach einander getriebenen Querstollen auf. Auf die interessanten Einzelheiten dieser eigenartigen Arbeiten kann hier nicht näher eingegangen werden. Es genüge, anzuführen, dass das Deckengewölbe unter dem Denkmal 11 Ring — fast 1,5 m — stark ist, während die Seitenwände 1,67 m Dicke besitzen; dabei ist ersteres oben noch sehr stark abgemauert. Weder die Statue noch der Sockel haben den geringsten Schaden erlitten.

Es ließe sich noch eine große Zahl ähnlicher, höchst bemerkenswerter Arbeiten hier aufzählen, die den verschiedensten Verhältnissen angepasst, im Verein mit den vorgenannten allein schon die ungeheuren und mannigfachen Schwierigkeiten des Bahnbaues, sowie die wohldurchdachte und erfolgreiche Art ihrer Ueberwindung überzeugend klarlegen würden.

Bezüglich der nur durch diese Nebenarbeiten erwachsenen Kosten sei noch bemerkt, dass allein auf dem etwa 2,8 km langen Schlussstücke des Innenringes durch das Unterfangen der Häuser und sonstiger Bauten nach den Angaben Wolfe Barry's, des Erbauers dieses Bahnabschnittes, ein Kostenaufwand von ungefähr 800 000 *M* notwendig geworden ist.

Wasser- und Gasleitungen.

Die zahlreichen Gas- und Wasserleitungen der Straßenzüge waren für den Bahnbau gleichfalls Hindernisse. In Broad Sanctuary allein mussten z. B. 600 m Gasröhren von 355 bis 760 mm Dmr. aufgenommen und neu verlegt werden. Da, wo der Tunnel genügend tief zu liegen kam, sind die Leitungen während der Bauarbeiten einfach an Querbalken aufgehängt und später auf dem Deckengewölbe mittels kleiner Mauerpfeiler oder sonstwie abgestützt worden. Wo die Röhren jedoch innerhalb des zukünftigen Tunnels lagen, mussten sie beseitigt und über ihn geleitet werden.

Beim Kreuzen der Aldgate High Street waren mehrere große Wasser- und Gasleitungen zu unterfahren. Von den letzteren haben 2 eine Weite von 915 mm, 1 eine solche von 610 mm. Das Gas wird durch sie mit sehr hohem Druck getrieben, da die Gasentnahme in weit entlegenen Stadtteilen erfolgt. Während der Ausschachtung waren diese Röhren an schweren Balken aufgehängt. Man baute auf jeder Seite von ihnen einen Blechträger ein, der von den Tunnelwänden, sowie beiderseits von ihnen von gusseisernen Säulen, also in 4 Punkten, getragen wird. Auf die unteren Trägerflansche wurden alsdann Querträger genietet, darüber Blechplatten gelegt, und schließlich der Raum zwischen Rohr und Trägern mit Zement ausgegossen und durch Asphalt oben abgedeckt. Die Wasserleitungen wurden in gleicher Weise abgestützt.

Ausschachtungsarbeiten.

Auf dem älteren Teile der Untergrundbahnen wurden die Einschnitte in der vollen Breite von 10,2 m ausgehoben. Hierbei wurde eine sehr starke Auszimmerung erforderlich, zumal auch der Straßenverkehr auf dem Fahrwege wie auf den Bürgersteigen nicht gestört werden durfte. Quadratische Balken von 305 mm Höhe und 13,1 m Länge wurden in 1,5 m Abständen über die herzustellende Ausschachtung gelegt und auf diese ein Längs- und Querbelag aus 305 × 152 mm starken Hölzern gebracht. Die Hauptbalken wurden mit zunehmender Tiefe der Ausschachtung abgestützt und letztere selbst sehr gründlich abgesteift. Nach dem Ausheben des Bodens wurden die Seitenmauern aufgeführt, die eisernen Lehrbögen in 1,8 m Abstand eingesetzt und das Deckengewölbe geschlagen. Die Kosten einer derartigen Holzbahn nebst der darunter liegenden Auszimmerung waren sehr erheblich und mehrfach höher als das Tunnelmauerwerk; 1 lfd. m der ersteren hat bis zu 25 *M* gekostet. Trotzdem die Zimmerung mit der größten Sorgfalt und Schnelligkeit hergestellt wurde, haben benachbarte Gebäude verschiedentlich durch Risse Schaden gelitten. Man hat infolgedessen auf den später erbauten Strecken die Ausschachtung zunächst nur für die Seitenwände des Tunnels ausgehoben, wozu eine Breite von je 1,8 m genügte und wobei die Auszimmerung wesentlich leichter gehalten werden konnte. Nach Aufmauerung der Seitenwände wurde der Boden soweit in voller Breite ausgehoben, dass die eisernen Lehrgerüste eingebracht und das Deckengewölbe geschlagen werden konnte; darnach ist die unterhalb dieses stehengelassenen Erdmasse entfernt und das Fundamentgewölbe eingezogen worden. Die Erde wurde nun wieder oberhalb der Tunneldecke nachgefüllt und das Pflaster in je ½ Straßenbreite verlegt, während die andere Hälfte der Straße dem Verkehr diente.

In der seitens des Parlamentes gegebenen Genehmigungsurkunde der Bahnanlage war vorgeschrieben, dass der Straßenverkehr nur in der Zeit von 6 Uhr abends bis 6 Uhr morgens durch die Bauten unterbrochen werden durfte. Infolgedessen konnten alle Arbeiten in den Straßen nur zu der angegebenen Abend- und Nachtzeit bewirkt werden. Ausführliches über diese Erd- und Mauerarbeiten giebt die oben[1]) angezogene Quelle.

[1]) S. 9 Anm. r. Sp.

Stationen.

Die Stationen der Untergrundbahnen, deren der innere Ring 27, der mittlere 8 besitzt, während die Abzweigungen einschl. der gepachteten Strecken insgesammt 53 aufweisen — **88 Stationen auf etwa 112 km Bahnlänge** — sind einander sehr nahe gruppirt. Diese Erscheinung findet sich übrigens, wenn auch nicht in dem Maſse, bei allen anderen englischen Bahnen, welche sich in Stadtgebiete hinein erstrecken. Nicht wie meist bei uns in der äuſseren Stadtflur, mehr oder weniger nahe ihrer Grenze, sondern in den bevölkertsten Stadtteilen sind vorzugsweise die englischen Personenbahnhöfe angelegt. Um sodann die Fahrgelegenheit noch mehr zu erleichtern und dadurch auch möglichst viele Reisende anzulocken, haben die Bahngesellschaften an ihren durch gröſsere Städte sich ziehenden Linien zahlreiche Stationen errichtet. Die London, Chatham and Dover-Bahn sowie die North London- und die London and South Eastern-Bahn sind sprechende Beispiele hierfür.

London dürfte in dieser Beziehung wohl unerreicht in der Welt dastehen. Weist doch die Eisenbahnkarte[1]) dieser Stadt und ihrer Vororte auf einer Fläche von 356 qkm nicht weniger als 376 Eisenbahn-Stationen auf, einschl. 101 Güter- und Kohlenbahnhöfe. Berlin mit seiner Umgebung enthält nach der dem »Archiv für Eisenbahnwesen« 1888 beigegebenen Eisenbahnkarte auf einer Fläche von 18,8 × 12,65 km = 238 qkm 42 Stationen für Personenverkehr, also durchschnittlich 1 Station auf $5^2/_3$ qkm. Nimmt man eine gleich groſse Fläche (238 qkm) der Londoner Karte, sowohl der Länge als auch der Breite nach, so ergeben sich bei dieser 218 Personenstationen, also durchschnittlich 1 Station auf 1,1 qkm. Den 42 Personenhaltestellen der Berliner Gegend stehen somit 218 Personenstationen der Londoner Gegend gegenüber, beide Zahlenwerte auf dieselbe Flächenausdehnung bezogen.

Die 27 Untergrundstationen des Innenringes sind im mittel 800 m von einander entfernt. Der geringste Abstand (Mansion House—Cannon Street) beträgt genau 14,97 chains[2]) = 301,15 m, der gröſste (King's Cross—Farringdon Street) 78,66 chains = 1582,4 m.

In der nachstehenden Tabelle sind die Entfernungen der 27 Innenring-Stationen von einander gegeben, wie sie in der vom Clearing House in London aufgestellten neuesten Eisenbahnkarte dieser Stadt (1890) verzeichnet sind.

Tabelle 1.

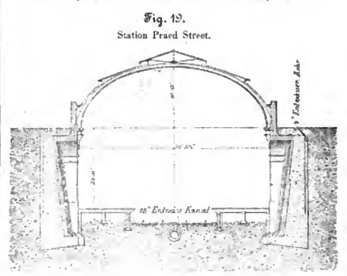
Stationsabschnitt	abgerundete Länge nach J. Airey's Eisenbahnkarte in chains	m
South Kensington — Glo'ster Road[3])	36	724
Glo'ster Road — High Street[4])	46	925
High Street — Notting Hill Gate	47	945
Notting Hill Gate — Bays Water	39	785
Bays Water — Praed Street	49	986
Praed Street — Edgware Road	37	744
Edgware Road — Baker Street	40	805
Baker Street — Portland Road	45	905
Portland Road — Gower Street	31	624
Gower Street — King's Cross	59	1187
King's Cross — Farringdon Street	79	1589
Farringdon Street — Aldersgate Street	25	503
Aldersgate Street — Moorgate Street	33	664
Moorgate Street — Bishopsgate	27	543
Bishopsgate — Aldgate[5])	29	583
Aldgate — Mark Lane	36	724
Mark Lane — Monument	25	503
Monument — Cannon Street	16	322
Cannon Street — Mansion House[6])	15	302
Mansion House — Blackfriars	31	624
Blackfriars — Temple	38	764
Temple — Charing Cross	36	724
Charing Cross — Westminster Bridge	34	684
Westminster Bridge — St. James' Park	37	744
St. James' Park — Victoria	37	744
Victoria — Sloane Square	51	1026
Sloane Square — South Kensington	62	1247
zusammen	1040	20920[7])

Ursprünglich hatte die Absicht vorgelegen, sämmtliche Stationen des Innenringes, gleichwie die Bahnlinie selbst, vollständig unterirdisch anzulegen. Die auf dem älteren Teile gelegenen Stationen Baker Street, Portland Road und Gower Street sind damals auch demgemäſs zur Ausführung gebracht. Man lieſs den Plan jedoch frühzeitig fallen — glücklicherweise, wie man wohl behaupten darf, da die 3 fraglichen Stationen sich durch groſsen Mangel an Licht und frischer Luft auszeichnen.

Wo die Oertlichkeit es gestattete, wurden die Stationen in offene, senkrecht abgemauerte Einschnitte gelegt, welche von einem in der Regel elliptisch geformten Eisendache überspannt sind; meist ist dann auch an jedem Ende ein kurzes Stück offenen Einschnittes für die Lüftung belassen worden. In Fig. 19 ist der Querschnitt einer derartigen Station, wie er sich beispielsweise in Praed Street, Sloane Square und

Fig. 19.

Station Praed Street.



anderen Orten findet, wiedergegeben. Das Dach ist teilweise mit Glas, im übrigen mit Zinkblech eingedeckt und setzt sich etwa in Höhe des Straſsenpflasters auf seine Widerlager.

Aeuſserlich heben sich die Stationsgebäude nicht sonderlich von den Nachbarbauten ab; nur eine Inschrift und zwei an Tragarmen hängende groſse Kugellaternen deuten gewöhnlich die Station an.

Beispielsweise liegen die Räumlichkeiten der viel benutzten Station Westminster Bridge — gegenüber dem Parlamentsgebäude und der wohl von jedem Fremden aufgesuchten Westminster-Abtei — in einem etwa 25 m hohen Gebäude, das sich äuſserlich wenig von den benachbarten Privatgebäuden unterscheidet und nur durch eine Aufschrift und 2 Laternen über dem verhältnismäſsig schmalen Eingange das Dasein einer Eisenbahnstation andeutet. Auf dem Wege zu den Fahrkartenschaltern im Innern des Hauses kommt man an dem groſsen Ladenfenster einer Konditorei und Bäckerei vorbei, sodass der zum erstenmal die Station Aufsuchende in Zweifel gerät, ob er auf dem richtigen Wege ist.

Die Blackfriars-Station neben dem Hauptbahnhofe St. Paul's der London, Chatham and Dover-Bahn verrät sich wiederum nur durch ein bescheidenes Schild mit 2 Laternen über dem niedrigen Eingange. Dagegen prangt darüber bis zum fünften Stockwerk eine 4 fache Reihe riesengroſser vergoldeter Buchstaben, die weithin leuchtend verkünden, dass

---

[1]) Airey's Railway Map of London and its Suburbs 1890.
[2]) 1 chain = 20,117 m.
[3]) Parallelstrecke der District-Bahn: 36,61 chs.
[4]) Parallelstrecke desgl. bis zum Stationsende: 52,17 chs.
[5]) Die Station Aldgate gehört ganz der Metropolitan-Bahn.
[6]) Die Station Mansion House gehört ganz der District-Bahn.
[7]) Die genaue Länge beträgt 20,88 km (S. 8).

in diesem Hause die Heilsarmee ihr Hauptquartier aufgeschlagen hat.

Diejenigen Stationsgebäude, die nur Eisenbahnzwecken dienen, haben über Strafsenpflaster etwa die Höhe eines Stockwerks und fallen noch mehr durch ihr ungemein bescheidenes Aeufsere auf. Die Stationen Moorgate Street, Charing Cross u. a. sind Beispiele hierfür.

(Auch die Stationen der Vorortstrecken sind höchst einfach ausgeführt; diejenigen des älteren Teiles der St. John's Wood-Linie gleichen im allgemeinen denen des Innenringes. Beispielsweise ist die Station Baker Street (East) in ihrem oberen Teile ganz in Holz ausgeführt. Ihr Umbau ist geplant. Eine Ausnahme von der etwas dürftigen Ausstattung bilden einige wenige neuere Anlagen der oberirdischen Strecken, wie z. B. die Station Brondesbury, deren Aeufseres einen freundlichen Eindruck macht und der landschaftlich schönen Umgebung angepässt ist. Bemerkt muss noch werden, dass die Vorortsstationen verhältnismäfsig lange Bahnsteige besitzen, von denen jedoch nur ein kurzes Stück von einer Glashalle überdacht ist.)

Der Zugang zu den unterirdischen Stationen erfolgt von der Strafse aus durch einen in gleicher Höhe mit ihr liegenden kurzen Gang. In diesem sind in der Regel die Schalter für den Fahrkartenverkauf angebracht. Nur in vereinzelten Fällen, wie bei den Stationen Westminster Bridge und Cannon Street, liegen die Schalter tiefer, in einem Falle (Monument) höher als die Strafse. Treppen führen von hier nach den Bahnsteigen hinab. Da die Untergrundlinien durchweg doppelgeleisig angelegt sind, aufser den schon im vorigen Abschnitt erwähnten kurzen 4geleisigen Strecken, so sind auch die Bahnsteige doppelt und gewöhnlich als beiderseitige Aufsensteige angeordnet, je einer für jede Fahrrichtung. Abzweigstationen, wie Kensington High Street, Moorgate Street usw., besitzen eine den Abzweigstrecken entsprechend gröfsere Zahl von Bahnsteigen.

Die Ausgänge aus den Stationen sind stets gesondert von den Zugängen gehalten, wodurch eine Trennung der ankommenden Reisenden von den abfahrenden ermöglicht und jegliches Gedränge auf den Treppen vermieden wird. Auf kleineren Stationen ist diese Sonderung zwecks Ersparnis von Personal einfach dadurch herbeigeführt, dass die breit angelegte Treppe durch eine Längsschranke in 2 Hälften geteilt ist. Manche Stationen, die an einer Strafsenkreuzung liegen, wie z. B. Gower Street, besitzen für jede Fahrrichtung ein besonderes kleines Gebäude nebst Fahrkartenschalter. Die beiden Häuser liegen beiderseits der Strafse, unter der die Bahn verläuft. Auf zahlreichen Stationen, namentlich auf denen mit mehr als 2 Bahnsteigen, sind die Geleise durch Steige überbrückt, von welchen Treppen nach und von den verschiedenen Bahnsteigen führen.

Derartige Geleisüberbrückungen findet man überall auf den englischen Bahnen. Geleisübergänge in Schienenhöhe sind im allgemeinen durch Gesetz verboten. Ausnahmsweise kommen sie wohl vor; ihre Anlage ist dann aber in jedem einzelnen Falle in der betreffenden gesetzlichen Genehmigungsurkunde des Bahnbaues ausdrücklich vermerkt. Jeder derartige Uebergang muss besonders durch Schranken, Signale und einen eigenen Wärter gesichert werden [1].

Die Geleisüberbrückungen sind so angeordnet, dass ihre Gitterträger gleichzeitig als Geländer dienen.

Die Räumlichkeiten der Stationen, wie Fahrkartenschalter, Gepäck-, Garderoberaum usw., sind mehrfach über den Geleisen auf I-Trägern errichtet, so z. B. bei den Stationen Charing Cross, Praed Street u. a.

Bemerkenswert sind einige Eigentümlichkeiten der Treppenanlagen. Es wird Wert darauf gelegt, in den einzelnen Treppenabsätzen eine ungerade Anzahl von Stufen zu haben. Letztere bestehen meist aus Holz und zeigen gut gewählte Abmessungen. Sie sind 11" (279 mm) breit und 6" (152 mm) hoch. Die Treppenbreite beträgt auf dem Schlussstück des Innenringes 8' = 2,44 m, auf den älteren Linien 6' = 1,83 m. An der Aufsenkante sowie auf der Mitte sind die Holzstufen vielfach mit messingenem Riffelblech belegt. So lange es neu ist, gewährt es dem Fufs einen guten Halt. Bei dem starken Verkehr der Untergrundbahnen werden die Vorsprünge jedoch bald abgenutzt. Der Messingbeschlag nimmt alsdann eine unangenehme Glätte an, die den Fufs schlecht haften lässt. Auch eine Art Gummibelag kommt in einzelnen Stationen vor, bewährt sich aber nach den gemachten Angaben nicht sonderlich, da er stark der Abnutzung unterworfen ist. Die mit ihm ausgeschlagenen Treppen lassen sich allerdings gut und sicher begehen.

Eine neuere Ausführung ist die in England unter dem Namen **Hawksley's Patent Treads** bekannte und verbreitete Stufenart. Sie besteht aus kleinen Holzpflöcken, Fig. 20, welche in gusseiserne Rahmenplatten derart eingelegt werden, dass die Stirnflächen nach oben liegen. Jeder Pflock ist von dem benachbarten durch die Eisenrippe der Platte getrennt. Es werden drei verschiedene Holzsorten für die Pflöcke verwandt, wodurch die Dauer dieser Stufen wesentlich erhöht werden soll. An der Aufsenkante, die ja am meisten beansprucht ist, werden Holzwürfel aus Eichenholz eingelegt, in den mittleren, den Füfsen den eigentlichen Halt gebenden Teil, solche aus Pitch Pine-Holz, während in den letzten, einer Abnutzung am wenigsten unterworfenen Stufenabschnitt Pflöcke aus Kiefernholz eingesetzt werden. Eine Kantenleiste ist hier unnötig. Die Unterhaltung derartiger Treppenstufen ist leicht und billig, da stets nur einzelne Holzwürfel auszuwechseln sind. Der Fufs haftet beim Begehen gut auf ihnen und erzeugt auch kein nennenswertes Geräusch, wie auf Steintreppen u. dergl. Letzteres ist für stark benutzte Treppen von nicht zu unterschätzendem Vorteile. Wegen ihrer Dauerhaftigkeit wurde diese Stufenausführung sehr gelobt. Es lassen sich übrigens diese Würfelstufen auch bei Steintreppen, selbst bei stark ausgetretenen, anwenden.

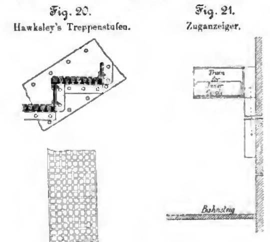


Fig. 20. Hawksley's Treppenstufen.

Fig. 21. Zuganzeiger.

Die Länge der **Bahnsteige** auf den Untergrundstationen beträgt 300 bis 400 Fufs = rd. 90 bis 120 m, die Breite 4 bis 5 m. Sämmtliche Bahnsteige sind hoch angelegt und zwar 3 Fufs 1 Zoll bis 3 Fufs 3 Zoll (940 bis 990 mm) über Schienenoberkante auf den älteren Bahnstrecken, und 3 Fufs $1\frac{1}{2}$ Zoll = 952 mm auf den neueren. Sie liegen im mittel etwa 12 Zoll = 305 mm tiefer als der Wagenfufsboden, gestatten also, zumal die Wagen, wie die betreffenden Figuren des Abschnittes IV zeigen, noch mit einem bezw. zwei Trittbrettern ausgestattet sind, ein bequemes und rasches Platznehmen bezw. Verlassen der Wagen. Hohe Bahnsteige sind eine ziemlich allgemeine Eigentümlichkeit der englischen Eisenbahnen. Auf den Untergrundstationen sind sie aus Holz hergestellt. Ihre Aufsenkante reicht hier bis nahe an das obere Trittbrett der Wagen, sodass auch ein sicheres Aus- und Einsteigen ermöglicht wird. Bei dem nur kurzen Aufenthalt der Züge auf den Stationen (vergl. Abschnitt V) und dem dort herrschenden matten Licht ist dieses von gewichtiger Bedeutung.

Erwähnenswert erscheint noch eine auf den Untergrundstationen getroffene Einrichtung, welche das Auffinden des richtigen **Abfahrtsbahnsteiges** sehr erleichtert. Die

[1] Näheres hierüber enthält des Verfassers Reisebericht über englische Eisenbahnen, Glaser's Annalen Bd. XXIII, S. 4.

Fahrkarten sind mit einem grofsen rotbraunen I oder O überdruckt. Die gleichen Buchstaben sind an bezw. über den betreffenden Eingängen bezw. Treppenabstiegen weithin sichtbar angebracht, und zwar I an den Zugangstellen zu dem Bahnsteig des Innengeleises (Inner Rail), O an denjenigen für das Aufsengeleis (Outer Rail). Da, wo ein gemeinsamer Zugang besteht (High Street), bemerkt zudem auch wohl der an ihm stehende Beamte, der, wie im Abschnitt V näher dargelegt ist, die Fahrkarten nachsieht, welche Treppe zu wählen ist. Nur auf der Station King's Cross (Innengeleis) und an einigen wenigen anderen Orten ist aus verschiedenen Gründen von der Anbringung derartiger Zeichen Abstand genommen; beispielsweise laufen auf ersterer die Züge 7 verschiedener Verwaltungen ein, der Verkehr ist also verwickelter. Auf der Station Moorgate Street ist die Ausnahmeeinrichtung getroffen, dass der Querbahnsteig jedermann zugänglich ist, dagegen wird jeder Ankunfts- und Abfahrtsbahnsteig der verschiedenen hier in Frage kommenden Verwaltungen durch eine besondere Schranke abgesperrt (vgl. Fig. 3), an der ein Beamter die Fahrkarten nachsieht.

Zum Erkennen des richtigen **Zuges** sind auf einer Anzahl Stationen auf dem Bahnsteig nahe dem Eingange kleine Zuganzeiger angebracht. Sie bestehen in schmalen Schildern, welche etwa 2 m hoch über dem Fufsboden sich befinden und den Namen der Endstation usw. des betreffenden nächsten Zuges zeigen. Oberhalb davon steht die Anschrift: Train for (Zug nach). Nach Abfahrt des Zuges wird ein anderes Schild mit entsprechender Bezeichnung sichtbar, indem der den Fahrkartendienst an der Bahnsteigschranke versehende Beamte mittels Zugstange die Einstellung bewirkt. Die Schilder sitzen für gewöhnlich in dem oberen Teil eines Kastens und werden nach Herunterziehen hinter einer Glasscheibe sichtbar. Fig. 21 zeigt die auf der Station Charing Cross getroffene Einrichtung. Auf anderen Stationen, z. B. Baker Street (East), sind kleine um einen Endpunkt drehbare Flügel in Anwendung, ähnlich denen der Berliner Stadtbahn.

Um ferner dem Reisenden das Auffinden der seiner Fahrkarte entsprechenden **Wagenklasse** zu erleichtern, sind auf der Metropolitan-Bahn sowie auf den dieser und der District-Bahn gemeinsam angehörigen Abschnitten in gewissen Abständen Tafeln mit der Bezeichnung

Wait Here For
Third Class
bezw. Second oder First Class

über dem betreffenden Bahnsteige aufgehängt. Früher (1886) hingen diese Schilder hoch über den Geleisen, sodass sie nicht immer sehr deutlich zu lesen waren; ihre jetzige Anordnung mit weifser Schrift auf dunkelblauem Grunde erscheint sehr zweckmäfsig. Die District-Bahn verwendet solche Merkmale nicht. Da die Züge stets an fast derselben Stelle des Bahnsteiges anhalten und in der Regel dieselbe Wagengruppe führen, so kann man sich vermittels der erwähnten Tafeln schon vor Ankunft des Zuges an der richtigen Stelle aufstellen. Man erspart sich auf die Weise unnötiges Umherrennen am Zuge. Letzteres ist umsomehr zu vermeiden, als der Aufenthalt der Züge auf den Stationen sehr knapp bemessen ist und meistens nur etwa 20 Sek. beträgt. Zudem sind die Wagen gewöhnlich stark besetzt und oftmals überfüllt.

Erfrischungsräume, Gepäck- und Garderoberäume, sowie Bedürfnisanstalten kommen auf den verkehrsreicheren Stationen vor, und zwar die drei ersteren zumeist in dem zur ebenen Erde gelegenen Gebäude, die letzteren entweder auch in diesem (z. B. bei Charing Cross) oder unten auf der Station (Morgate Street). Bei einzelnen Metropolitan-Stationen ist auf dem Bahnsteig des inneren Geleises eine Art Buffet aufgestellt, an welchem die Reisenden Erfrischungen erhalten können. Seine Lage ist gewöhnlich so gewählt, dass die Wagen I. Kl. der Züge gerade vor ihm halten. Bänke sind sowohl auf den Seiten- wie Mittelbahnsteigen aufgestellt. Desgleichen findet man überall auf den Bahnsteigen Bücher- und Zeitungsverkaufsstellen (Bookstalls). Das Lesen während der Fahrt ist bekanntlich in England in weit gröfserem Mafse üblich als bei uns. Selbst auf den Untergrundbahnen wird viel gelesen, trotz der verhältnismäfsig kurzen Fahrstrecken und der wenigstens in der II. und III. Wagenklasse nicht gerade starken Beleuchtung der Wagen.

Beim Einlaufen eines Untergrundzuges in eine Station ist das Auffinden des betreffenden Stationsnamens für einen grofsen Teil der Reisenden eine schwierige Sache. Wohl ist es den Bahnbediensteten zur Pflicht gemacht und in den Vorschriften besonders betont, beim Anhalten eines Zuges den Stationsnamen laut und deutlich am Zuge entlang auszurufen; allein dieses erfolgt sehr häufig in wenig verständlicher Weise, zumal für den Fremden. Wohl ist der Name auf den Bahnsteiglaternen, sowie auf den Rücklehnen der auf den Stationen aufgestellten Ruhebänke sichtbar; jedoch nur denjenigen Fahrgästen, die nahe dem Fenster sitzen, und diesen auch nur dann, wenn letzteres nicht durch Regen usw. getrübt ist. Sind die Bänke von Wartenden besetzt, so geht dadurch ebenfalls ihr Nebenzweck als Erkennungsmittel der Station verloren. Sonst ist dieser Name noch an verschiedenen Stellen der Stationswände angebracht, allein auch hier — selbst vom Bahnsteig aus — schwer aufzufinden. Prangt doch gleichzeitig eine Fülle von bunten Schriftzeichen und Bildern, dazu oft in riesengrofsen Ausführungen, auf diesen Wandflächen, die das Aufsuchen der Stationsbezeichnung mindestens erheblich erschwert. Es sind dies — echt englischem Brauche gemäfs — Geschäfts- und Vergnügungsanzeigen aller Art, die so in auffälligster Weise die Aufmerksamkeit der Reisenden auf sich lenken[1]).

Die Bahnverwaltungen verpachten die Wandflächen ihrer Bauwerke für derartige Reklamezwecke zu angeblich ganz bedeutenden Preisen, wodurch sie eine nicht unerhebliche Nebeneinnahme erzielen sollen. Die Hauptpächter sind **Willing & Co.**, die an die einzelnen Geschäftsleute wieder vermieten. Dieser Name leuchtet denn auch in besonderer Art aus dem bunten Schriften- und Bilderdurcheinander heraus.

Das Bekleben und Bemalen der Wände beschränkt sich jedoch nicht allein auf die Stationen, sondern erstreckt sich teilweise sogar auf die Mauern der Einschnitte. Man wäre fast versucht, über die Beharrlichkeit zu staunen, mit der die betreffenden Unternehmer es verstanden haben, ihren Namen und den ihres Fabrikates in langer Folge an den Mauern anzuheften, wirkte — wenigstens auf den deutschen Reisenden — diese ewige Wiederkehr derselben Anschriften nicht erheiternd. Selbst ein Teil der Personenwagen dieser Bahnen ist auf den inneren Wandflächen mit solchen bunten Anschriften bedeckt. Das Reklamenwesen macht sich übrigens nicht nur auf den Eisenbahnen breit, sondern auch überall in England. Namentlich in den Strafsen der grofsen Städte tritt es in den mannichfachsten Formen auf und oft unter Zuhilfenahme der abenteuerlichsten Mittel.

Beleuchtung. In den meisten durch Glashallen überdeckten Untergrundstationen herrscht am Tage ein trübes Licht, das jedoch für den Verkehr auf den Bahnsteigen genügt. Die im Tunnel liegenden Stationen müssen jederzeit künstlich erleuchtet werden. Dieses, wie auch die nächtliche Beleuchtung der übrigen Stationen, erfolgt auf den Metropolitan- und District-Linien durch grofse Kugellaternen, auf den beiden Bahnen gemeinsamen Strecken durch cylindrische, welche gleichzeitig in schwarzer Schrift den betreffenden Stationsnamen tragen.

Eigenartig und beachtenswert ist die Tageserleuchtung der Stationen Gower Street und der benachbarten Baker Street. Es ist beiderseits der Geleise, in Kämpferhöhe beginnend, eine Anzahl Lichtschächte in der in Fig. 22 wiedergegebenen Weise angeordnet; sie sind in Höhe der Bürgersteige durch eiserne Gitter überdeckt; Eisengeländer zwischen Mauerpfeilern trennen sie von der Strafse.

---

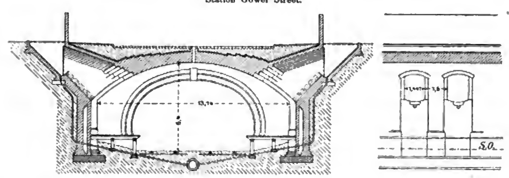
[1]) Neuerdings ist in dem Unterhause ein Gesetzentwurf eingebracht worden, durch welchen diese Misstände gehoben werden sollen. Hiernach soll jede Eisenbahngesellschaft verpflichtet sein, auf ihren sämmtlichen Stationen mindestens zwei den Reisenden deutlich sichtbare Tafeln (für jede Fahrrichtung eine) mit dem Namen der betreffenden Station anzubringen. Diese Tafeln müssen bis zu der Entfernung von 3 m ringsum von allen sonstigen Anschriften freigehalten werden. Jeder Verstofs hiergegen soll mit 100 *M* und aufserdem noch für jeden Tag seiner Dauer mit 40 *M* bestraft werden.

Sämmtliche Schachtwandungen sind mit weifsen Fliesen abgedeckt, damit das durch die Strafsengitter einfallende Licht kräftig in die Station hineingeworfen wird. Steht man, wenn die Sonne scheint, auf einem der beiden Bahnsteige, so sieht man auf den Seiten eine Reihe mächtiger Strahlenbüschel in das Tunnelinnere einfallen, in diesem ein für den Stationsverkehr genügendes Halbdunkel erzeugend. Diese Lichtschächte dienen zugleich zur Lüftung.

Fig. 22 zeigt die Anordnung der Station Gower Street, welche gleich den Stationen Baker Street und Portland Road unter dem breiten Euston Road gelegen ist. Sie wird durch ein 300' (= 91,5 m) langes Kreisbogen-

Fig. 22.

Station Gower Street.



Gewölbe von 7,65 m Spannweite und 3,15 m Pfeil gebildet, das im Scheitel 0,74 m, an den Kämpfern 1,48 m Stärke hat und durch eine 19 mm dicke Asphaltschicht abgedeckt ist. Die ausgesparten Widerlagsmauern sind im ganzen 1,68 m stark. Die Entwässerung ist aus der Zeichnung ersichtlich.

Vierzehn Lichtschächte sind auf jeder Seite der Geleise vorhanden; sie liegen sich genau einander gegenüber.

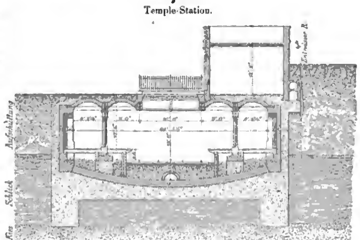
Die Station Baker Street war bis vor 2 Jahren in gleicher Weise angeordnet. Die vorhandenen Uebelstände, namentlich die mangelhafte Beleuchtung und Lüftung, drängten jedoch gebieterisch auf Abhilfe. Es wurde mit der Verbesserung der Station Baker Street begonnen, da hier noch der anderweitige Misstand vorlag, dass Reisende, welche von dem Innenring auf die St. John's Wood-Linie (Baker Street East) übergehen wollten, und umgekehrt, stets erst die eine Station verlassen und eine Strecke weit über die Strafse gehen mussten, um zu der anderen Station zu gelangen, trotzdem beide fast unmittelbar neben einander liegen, allerdings bis dahin durch die Tunnelmauer und sonstige Bauten getrennt. Es sind nun mit einem Kostenaufwande von etwa 130000 ℳ (nach dem amtlichen Bericht vom Jahre 1888) erhebliche Verbesserungen der Station Baker Street vorgenommen worden. Die nördliche Tunnelwand ist nahe der Einmündung der St. John's Wood-Linie in den Innenring durchbrochen, wodurch von dem Bahnsteig des Aufsenringgeleises aus die Bahnsteige der Nachbarstation mit wenigen Schritten zu erreichen sind. Gleichzeitig hat man eine Geleisüberbrückung angelegt, um von dem Bahnsteige des Innenringgeleises unmittelbar nach der anderen Station gelangen zu können. Ein hydraulisch betriebener Aufzug dient zur Beförderung des Gepäcks. Die Tagesbeleuchtung erfolgt nach Art der vorgenannten Station durch 19 Paar Lichtschächte, sowie durch die Ein- und Ausgänge. Jetzt gewährt die Station Baker Street im Vergleich zu früher einen freundlichen Anblick, und der Aufenthalt in ihr ist leidlich.

Aehnliche Abänderungsarbeiten sind für die Stationen Gower Street und Portland Road geplant, wodurch diese betreffs bequemer Einrichtungen sehr stiefmütterlich behandelten Stationen erheblich gewinnen werden. Portland Road hat übrigens keine Seitenbeleuchtung, sondern es sind in der Decke des Gewölbes an mehreren Stellen verhältnismäfsig grofse Oeffnungen gebrochen, die Licht und Luft in mäfsiger Menge einführen.

Von den übrigen bis zum Jahre 1870 zur Ausführung gelangten 21 Stationen des Innenringes ist nur die der District-Bahn angehörige Temple-Station gänzlich unterirdisch angelegt worden. Die Anordnung eines oberhalb des Strafsenpflasters sich erhebenden Daches war hier ausgeschlossen, da der Herzog von Norfolk als Eigentümer eines grofsen Teils des diese Station umgebenden Stadtgebietes die Anlage einer derartigen Dachkonstruktion nicht genehmigen wollte. Da nun die Konstruktionshöhe hier sehr gering war, — die Entfernung zwischen Erdoberfläche und Schienenoberkante beträgt nur 17' 6" = 5,33 m, — und somit die Anlage eines Deckengewölbes, wie es bei den Stationen Gower Street oder Portland Road angewandt worden ist, nicht in Frage kommen konnte, so musste man die Decke durch Eisenträger stützen. Infolgedessen wurde die in der Fig. 23 dargestellte Anordnung gewählt. Die genieteten I-Träger werden teilweise

Fig. 23.

Temple-Station.



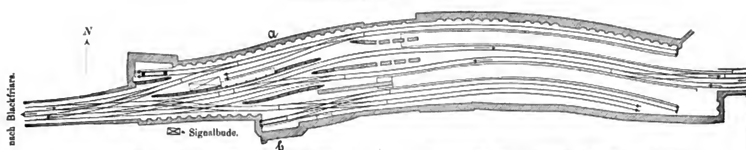
durch Säulen getragen, welche aus den Bahnsteigen hervortreten. Um Licht und Luft einzulassen, sind grofse viereckige Oeffnungen im mittleren Teil der Decke angebracht, die durch ein Eisengeländer eingefasst sind, und deren Mauerwerk sich auf einen I-Rahmen stützt. Zwischen die Längsträger und Seitenwände sind Gewölbkappen gespannt, deren Scheitel nur ungefähr 0,3 m unter Erdfläche liegt.

Die Station liegt in dem ehemaligen Themsebett; der Baugrund besteht aus aufgetragenem Boden und Schlick, unter dem sich erst in gröfserer Tiefe Kies befindet. Die ganze Station ruht deshalb auf einer dicken Betonlage, deren Fundamentsohle 6,4 m unter Schienenoberkante die Kiesschicht erreicht. Die Seitenmauern sind oberhalb der Betonlage durch ein 0,74 m starkes in Ziegeln hergestelltes Fundamentgewölbe abgesteift.

In den Figuren 24 und 25 ist die Hauptstation der District-Bahn: Mansion House oder Central City Station, wie sie auch bahnseitig genannt wird, im Grundriss und einem Quer-

Fig. 24.

Grundrissanordnung der Station Mansion House.



schnitt dargestellt. Lange Jahre hindurch war sie Kopfstation[1]) und wurde nach dem 1884 erfolgten Ausbau des Innenringes zur Durchgangsstation abgeändert. Diese Station liegt mit ihren 2 Bahnsteigen im offenen Einschnitt, und zwar in einer starken Krümmung. Die Fahrkartenschalter, Erfrischungsräume und Bedürfnisanstalten liegen am Ostende der Station in einem besonderen erhöhten Seitenbau, der in Fig. 24 nicht weiter angedeutet ist.

Die Station besitzt 2 Durchgangsgeleise (Inner und Outer Rail des Innenringes) und 3 Sackgeleise, die durch Weichen und Kreuzungen mit einander in Verbindung stehen. In Nähe der letzteren befindet sich die Signalbude mit dem Stellwerk. Das nördliche Kopfgeleise dient vornehmlich für den Betrieb des Mittelringes, der, wie oben erörtert, durch Züge der Great Western-Bahn befahren wird, und zwar von Mansion House aus über Kensington (Addison Road), Baker Street nach Aldgate und umgekehrt. Die beiden südlichen Geleise dienen Betriebszwecken der London and North Western-Bahn, und zwar das eine neben dem Bahnsteig liegende nach früheren Darlegungen für den Betrieb des Aufsenringes, dessen Züge von hier nach bezw. über Willesden Junction nach Broad Street und umgekehrt laufen, während das andere ein Nebenstrang ist. Aus den Kopfgeleisen zweigt ein kurzer toter Strang ab, der neben einer Kohlenladebühne mit Wasserkran endigt und zur Aufnahme der Zuglokomotive dient. Nach Einfahrt eines Mittel- oder Aufsenring-Zuges in das betreffende Sackgeleise setzt sich letztere vor das Ende dieses Zuges, um ihn in entgegengesetzter Richtung zu befördern, während die andere Lokomotive auf den toten Strang fährt, um für die nächste Weiterfahrt in Stand gesetzt zu werden bezw. auf diese hier zu warten. Das Geleise wird während dieser Zeit durch einen eisernen Hemmschuh von der Signalbude aus gesperrt. Ein solcher ist im Abschnitt III »Oberbau und Signalwesen« in Fig. 51 abgebildet.

Der westliche unter Bauwerken liegende Teil der Station Mansion House zeigt eine ganz ungewöhnliche Ausführung. Es überspannen hier mittels genieteter, etwa 2 m hoher Blechträger sowohl schwere Lagerhäuser, als auch die 21,3 m breite Queen Victoria-Strafse die Station.

Fig. 25 giebt einen Querschnitt durch die Ueberführung dieser Strafse. Letztere wird von Gewölbkappen getragen, die teils zwischen Widerlagsmauern, teils zwischen I-Träger gespannt sind. Die Träger werden durch Säulen unterstützt, welche ihrerseits auf den grofsen, quer zu den Geleisen angeordneten Hauptträgern ruhen. Da diese fast 30 m Länge haben, so sind sie an zwei Stellen durch schweifseiserne Säulen abgestützt, welche teilweise durch Zement-Holzwände verbunden sind, um im Falle einer Entgleisung gegen den Anprall der Fahrzeuge besser geschützt zu sein. Ungemein kräftig sind die Säulen gehalten, welche die Träger unter den hohen Lagerhäusern stützen. Es wurde eine solche mit achteckigem Querschnitt gemessen, welche 770 mm Dmr. (zwischen 2 parallelen Seiten) ergab; eine andere kastenförmige Säule hat sogar 1230 × 810 mm Querschnitt.

Fig. 26 zeigt einen Tunnelquerschnitt unterhalb der Queen Victoria-Strafse nahe dem westlichen Endpunkt der Station. Während zwischen dem Bahntunnel und der Strafse befahrbare gemauerte Kanäle für die verschiedenen Gas- und Wasserleitungen sich befinden, zieht sich unterhalb der Geleise ein grofser Abzugskanal her. Der Personenverkehr auf Mansion House ist erstaunlich, allerdings durch die äufserst günstige Lage erklärlich. Die Station liegt im Herzen der City, am Kreuzungspunkte der Cannon- und Queen Victoria-Strafse, zweier fast ausschliefslich dem Handel und Geschäftsleben dienender Strafsen. In nächster Nähe befindet sich Mansion House, die Dienstwohnung des Lord Mayors von London, die Börse, die Bank von England, Guildhall und die St. Paul's-Kathedrale. Besonders in den Morgen- und Abendstunden zwischen 9

Fig. 25.

Station Mansion House (Querschnitt nach a—b).

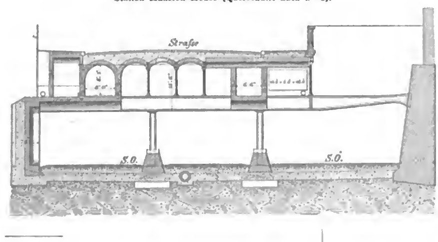


Fig. 27.

Wasserkran.

[1]) S. 7.

und 11 Uhr vormittags und 5 bis 7 Uhr nachmittags — vor Beginn und nach Schluss der Geschäftszeit — herrscht auf dieser Station ein überaus reges Leben.

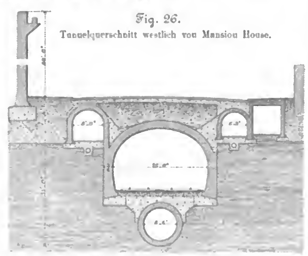


Fig. 26.
Tunnelquerschnitt westlich von Mansion House.

Nächst King's Cross dürfte wohl die Station Mansion House das packendste Bild des Riesenverkehrs der Untergrundbahnen bieten. Die beiden vorhandenen Mittelbahnsteige sind im Gegensatz hierzu räumlich äufserst beschränkt. Ihre Breite beträgt nur 4,39 m, ihre Länge 122 m. Ein leichtes Satteldach aus Eisen, Holz und Glas überspannt sie. Hoch darüber ist eine Strafse mittels Blechträger, sowie ein eiserner 2,1 m breiter Steg überführt.

Bemerkt sei noch, dass vier verschiedene Eisenbahngesellschaften — die District-, Metropolitan-, Great Western-, und die London and North Western-Bahn — ihre Züge nach der Station Mansion House entsenden. Insgesammt[1]) laufen wochentäglich, von morgens 5 Uhr bis nachts 12 Uhr, 564 Züge und Leerlokomotiven hier ein und aus, und zwar

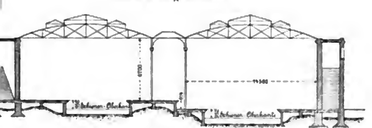
558 Personenzüge (einschl. einiger Kohlen-, Kies- und Leerzüge),
8 fahrplanmäfsige Leerlokomotiven.

Wasserkrane. Die oben erwähnten Wasserkrane sind, wie hier eingeschaltet sein mag, gleich den übrigen der Untergrundbahnen sehr einfach ausgeführt. Sie bestehen gewöhnlich aus einigen in einander gesteckten senkrechten Muffenrohren, in die in Brusthöhe ein Absperrventil mit wagerecht liegender Spindel eingeschaltet ist. Der bei uns übliche bewegliche Ausleger fehlt; statt dessen ist nur ein kurzes Knierohr mit aufgebundenem Hanfschlauch (Trichter) angeordnet. Fig. 27 zeigt einen solchen Kran, wie er sich beispielsweise auf der Station Mansion House neben dem Great Western-Kopfgeleise vorfindet. Bei gröfserem Abstande des Krans von dem Geleise, bei dem der Hanfschlauch für das ungehinderte Durchfliefsen des Wassers zu lang ausfällt, wird er während der Wasserentnahme durch ein leichtes Lattengerüst, dessen anderes Ende auf den Einlauf des Wasserbehälters der Lokomotive gelegt wird, gestützt (Station Aldgate). Verschiedentlich sind die senkrechten Kranrohre auch von einem Holzmantel umgeben, von dem oben der Hanfschlauch herabhängt. (Station High Street.)

Von den Doppelstationen der Widened Lines und des Innenringes sind zwei, King's Cross und Moorgate Street, bereits in Fig. 3 und 4 im vorigen Abschnitt dargestellt. Bezüglich der Station Moorgate Street ist noch anzuführen, dass sie mit Ausnahme der Umfassungswände ganz in Holz ausgeführt ist und infolgedessen einen höchst dürftigen Eindruck macht. Das Aeufsere des Stationsgebäudes steht damit in Einklang.

Die Station Farringdon Street fällt namentlich durch die Geleislage auf. Die Geleise des Innenringes liegen 914 mm höher als die der Widened Lines, sind jedoch am nordwestlichen Ende der Station mit diesen durch Weichen und Kreuzungen verbunden. Fig. 28 zeigt den Querschnitt dieser in einer 200 m-Kurve liegenden Station. Gleich hinter der erwähnten Weichenverbindung fallen die Widened Lines mit 1 : 40 steil ab, um unweit davon im Widening Tunnel die Geleise des Innenringes zu unterfahren. Der Fachmann schenkt hier namentlich dem Betriebe seine Aufmerksamkeit. Auf dem Innenring verkehren aufser den Metropolitan- und District-Zügen auch Personen- und Güterzüge der Great Western-Bahn. Die Personenzüge der letzteren benutzen diesen Ring von Praed Street Junction ab teils bis Moorgate Street, teils bis Aldgate. Die Güterzüge dagegen befahren ihn, wie schon erwähnt, nur bis Farringdon Street und laufen von hier bis Smithfield Market, ihrer östlichen Endstation, auf den Widened Lines. Sie treten bei jener Station von dem einen auf das andere Geleispaar über. Auf den Widened Lines fahren Personen- und Güterzüge der verschiedenen Hauptbahnen. Die Great Northern-Güterzüge zweigen in kleinerer Zahl kurz vor der Station Farringdon Street nach dem benachbarten gleichnamigen Güterbahnhofe der Great Northern-Bahn ab, während ihr gröfserer Teil, sowie die Midland-Güterzüge die Station ohne Aufenthalt durchfahren. Da neben der letzteren ein offener Einschnitt ist, so lässt sich der rege Zugverkehr mit seinen verschiedenen Zuggattungen hier bequem übersehen. Am anderen Ende der Station zweigt aus den Widened Lines ein Geleispaar nach der in Snow Hill anschliefsenden London, Chatham and Dover-Bahn ab.

Fig. 28.
Station Farringdon Street.



Die beiden mittleren Bahnsteige sind durch ein Geländer in ganzer Länge gegen einander abgesperrt. Der Zugang nach den Bahnsteigen erfolgt für jedes Geleisepaar durch eine besondere Geleisüberbrückung mit je 2 Treppen. Die Ausgänge liegen seitlich an den Umfassungsmauern (vergl. Fig. 28). Die hier gewählte Dachkonstruktion (mit Oberlicht) ist anderweitig auf den Untergrundbahnen nur vereinzelt angewandt.

Hervorragendes Interesse beanspruchen die drei jüngsten Stationen des Innenringes, welche an seinem Schlussstück gelegen, nahezu gänzlich unter den betreffenden Strafsenzügen angeordnet sind. Alle drei sind von einander völlig verschieden, jede zeigt ein eigenartiges Gepräge, das der Geschicklichkeit des Erbauers beredtes Zeugnis ausstellt.

Die Station Mark Lane liegt unter der früher schon erwähnten, beim Bau der Schlussstrecke neu angelegten Strafse (New Street). Figur 29 zeigt den Querschnitt. Die Strafsenbahn ruht auf Gewölbkappen, welche zwischen langen Trägern quer über die Geleise gespannt sind. Da in der Decke keine Lüftungsöffnungen angebracht werden konnten (s. u. bei »Lüftung«), hat man solche an den Seiten nach dem Lichthofe der Nachbarhäuser hin angeordnet. Die Deckenträger sind an diesen Stellen durch besondere Mauerpfeiler unterstützt. Die Station ist sehr dunkel, daher auch am Tage künstlich erleuchtet. Die zu ihr hinabführenden Gänge sind teilweise mit weifsen Fliesen ausgelegt, was auch fast überall bei den unterirdischen Gängen[1]) der Fall ist.

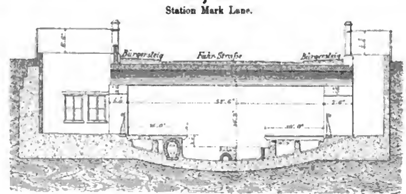
Die Station Monument liegt nahe der weltbekannten London Bridge, Londons verkehrsreichster Themsebrücke. Sie führt ihren Namen nach der benachbarten 61 m hohen Denksäule „The Monument", 1671 bis 77 zur Erinnerung an die grofse Feuersbrunst errichtet, durch welche 1666 der

[1]) Nach dem Dienstfahrplan der District-Bahn vom 1. Mai 1890.

[1]) S. 6.

gröfste Teil Londons mit 89 Kirchen und 13200 Häusern eingeäschert wurde. Der Bau dieser Station war sehr kostspielig. Sie beginnt bei der schon genannten King William-Statue und endigt unter Pudding Lane. Diese Strafse kreuzt die Station mittels eines Ziegelgewölbes von 16 m Spannweite; aufserdem ist noch ein zweiter Strafsenzug (Fish Street Hill) übergeführt, und zwar mittels eiserner Träger. Letzere haben überhaupt bei der Deckenbildung in reichstem

Fig. 29.
Station Mark Lane.



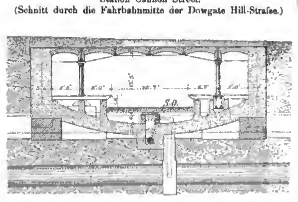
Mafse Anwendung gefunden. Die Billetschalter liegen an der Südseite in einer leicht überdachten Halle, welche von zwei Strafsen aus zugänglich ist, während aus ihr wieder eine Treppe zu einer die Geleise kreuzenden Brücke führt, die an ihren beiden Enden den Zugang zu den Bahnsteigen vermittelt. Infolge der letzteren Anordnung ist die lichte Breite der Station 71' 7" (21,8 m), also gröfser als gewöhnlich gewählt worden. Es sind zwar an verschiedenen Stellen grofse Oeffnungen angebracht; doch macht das Innere der Station einen trüben Eindruck. Zahlreiche dicke Säulen, welche aus den Bahnsteigen emportreten, tragen hierzu nicht unwesentlich bei.

Ein Meisterwerk in seiner Art ist die zuletzt zu nennende Station Cannon Street. Hier galt es, eine unterirdische Anlage mit einer auf das äufserste beschränkten Konstruktionshöhe inmitten eines besonders verkehrsreichen Gebietes zu schaffen. Da die Station teils unter der Cannon Street, teils unter der Anfahrt des grofsen gleichnamigen South Eastern-Bahnhofes und teils unter Dowgate Hill, einer aus der Cannon Street abzweigenden und steil zur Themse abfallenden Strafse zu liegen kam, so war ein oberirdisches Stationsgebäude ausgeschlossen; es mussten daher auch die Billetschalter unter die Erdfläche verlegt werden. Sie befinden sich, wie Fig. 30 zeigt, unterhalb der erwähnten Anfahrt, welche mit ihrer Oberfläche nur 25' 6" = 7,47 m über den Schienen liegt. Man hat deshalb zum Stützen der Decken-Konstruktion und der Billetschalter Konsolträger mit überkragenden Enden angewandt, die an ihrem einen Ende in den Seitenwänden eingemauert und in diesen verankert sind, während sie in 5,33 m Entfernung durch schweifseiserne Säulen gestützt werden. In der Mitte beträgt die Trägerhöhe 610 mm. Zwischen die Konsolträger sind Längsträger und zwischen diese wieder Gewölbkappen gespannt.

Der unter Dowgate Hill liegende Teil, Fig. 31, ist in ganz ähnlicher Weise ausgeführt und insofern noch bemerkenswert, als die Oberfläche des Strafsenpflasters nur rd. 800 mm über den Deckenträgern sich befindet und mehrere Abzugskanäle ihn unterfahren. Vor Anlage der Station lag hier ein alter Kanal von 1,8 m l. Dmr.; er musste bis zu seinem Flutauslass in Dowgate Dock tiefer gelegt werden, um Raum für die Station zu gewinnen. Man half sich dadurch, dass die Abwässer in 2 gusseisernen Röhren von je 1,37 m Dmr. durchgeleitet wurden. Trotzdem verblieb zwischen Rohrscheitel und Strafsenpflaster nur eine Höhe von 5,94 m. Beide Röhren sind mittels Entlastungsbogen durch die Seitenmauern geführt. Aufser diesen beiden Kanälen unterfährt hier noch ein gemauerter Abzugskanal (Dowgate Middle Level Sewer) die Station. Letztere ist einschliefslich des unteren 762 bis 914 mm

Fig. 30.
Station Cannon Street.

Fig. 31.
Station Cannon Street.
(Schnitt durch die Fahrbahnmitte der Dowgate Hill-Strafse.)



starken Aussteifungsgewölbes und der Bahnsteigstützen mit alleiniger Ausnahme der Gewölbkappen und einiger Scheidewände ganz in Beton hergestellt. Weitere Einzelheiten dieser Anlage lassen die Fig. 30 und 31 erkennen. Von dem Flur der Fahrkartenschalter führt ein Fufsgängertunnel unter der Anfahrt nach dem einen Bahnsteig des South Eastern-Bahnhofes hin.

Die vorstehenden Erörterungen dürften erkennen lassen,

wie sehr die englischen Ingenieure die ganze Bahn den jeweiligen örtlichen Verhältnissen angepasst haben. Von einem Schematisiren ist keine Rede; um so mehr bietet die Anlage für den Bau- und Maschineningenieur ein Feld reichen Studiums.

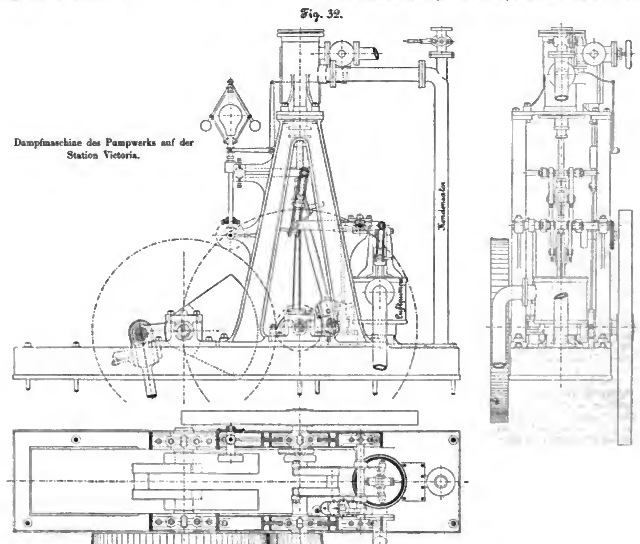
Entwässerung.

Die Metropolitan-Bahn ist in bezug auf Entwässerung der Bahnlinie wesentlich günstiger als die District-Bahn gestellt. Ihre Geleise liegen im allgemeinen oberhalb des städtischen Kanalnetzes, sodass diesem die Entwässerungskanäle der Tunnel und Einschnitte ihren Inhalt zuführen können. Die District-Geleise liegen dagegen meist niedriger als die Abzugskanäle und müssen beständig durch Pumpwerke, welche in die letzteren das Wasser drücken, trocken gehalten werden. Auch während der Bauarbeiten hatte die District-Bahn mit erheblich stärkerem Wasserandrange zu kämpfen, als die Metropolitan-Bahn. Auf der kurzen Strecke Kensington—Westminster und Earl's Court—Gloucester Road waren während des Baues nicht weniger als 11 Pumpwerke thätig von zusammen 148 PS. Vor Beginn der Ausschachtungsarbeiten wurden an den verschiedenen Stellen Brunnen von 3 m Dmr. gesenkt und durch Holz- oder Eisencylinder ausgekleidet. Aus diesen schafften Kettenpumpen das Wasser in den nächsten Abzugskanal. Die Kosten für den Pumpbetrieb einschl. Reparaturen und Erneuerung beliefen sich nach den Angaben von **Baker** monatlich auf rd. 12000 *M*, also täglich auf etwa 400 *M*.

Jetzt stehen auf der 7,5 km langen Strecke Blackfriars Bridge—Kensington High Street 4 Pumpstationen, und zwar in Temple, Sloane Square, Victoria, South Kensington, denen nahe der etwa 1,1 km von South Kensington entfernten Station Earl's Court, und zwar in Warwick Road, noch eine fünfte zugesellt ist. Die Pumpen sind doppeltwirkend mit Plunger und werden je durch eine stehende Kondensations-Dampfmaschine betrieben. Die Pumpen und Maschinen sind von den Boyne Engine Works in Leeds ausgeführt.

Figur 32 zeigt die etwas eigentümliche Anordnung der Dampfmaschine. Die Geradführung der Kolbenstange erfolgt durch Gegenlenker, welche auch die auf dem Maschinenrahmen angebrachte Luftpumpe betreiben. Der Kondensator wird durch das grofse Abdampfrohr gebildet, in das oben das kalte Wasser eingelassen wird. Der Antrieb der Pumpen erfolgt durch ein Zahnradvorgelege mit der Uebersetzung 1 : 4. Die Dampfmaschine macht 80 bis 100 Umdr. i. d. Min. Auf den 5 Pumpstationen sind zwei bezüglich der Abmessungen verschiedene Maschinen und Pumpen in Anwendung gekommen, eine gröfsere in Victoria und Warwick Road (Earl's Court), eine kleinere in den übrigen 3 Anlagen. Die allgemeine Anordnung der Pumpen und ihre Lage im Brunnen zeigt Fig. 33. Die Hauptverhältnisse, sowie die Leistung jeder Anlage sind aus Tabelle II ersichtlich. Bei der Ermittelung der Leistung ist ein Güteverhältnis der Pumpen von 0,85 angenommen. Die Druckrohre der gröfseren Pumpen haben 305 mm l. Dmr.

Fig. 32.



Dampfmaschine des Pumpwerks auf der Station Victoria.

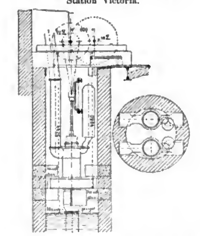
Tabelle II.

Pumpstation	Dmr. des Dampfkolbens mm	Hub des Dampfkolbens mm	Dmr. und Hub des Plungers mm	Gröfse des Pumpenstiefels mm	Zahl der Pumpen	Doppelhübe i. d. Min.	Leistung einer Pumpe Liter in 1 Min.	stündlich gehobene Wassermenge cbm	Bemerkungen
Temple	177,8	355,6	228,6×610	317,5×610	2	21	858,6	51,516	—
Victoria	228,6	457	381 ×610	546 ×610	2	20	2426	145,58	—
Sloane Square . .	177,8	355,6	228,6×610	317,5×610	2	21	858,6	51,516	—
South Kensington	177,8	355,6	228,6×610	317,5×610	2	26	1063	127,56	Es sind 2 Pumpen in Betrieb.
Earl's Court . .	228,6	457	381 ×610	546 ×610	2	19	2308	138,48	—

und münden in eine von dem Pumpwerk nach dem betreffenden Abzugskanal führende Leitung von 457 mm lichter Weite. Die kleineren Pumpen besitzen 203 mm grofse Druckrohre, welche sich in jeder Pumpstation zu einer im Inneren 305 mm weiten gemeinsamen Druckleitung vereinigen.

Fig. 33.

Brunnen des Pumpwerks auf der Station Victoria.



In South Kensington befinden sich auch 2 Reservepumpen Pearns'scher Anordnung. Die betr. Dampfmaschinen haben 254 mm Dmr. und 356 mm Hub. Die beiden Pumpen haben je 178 mm Dmr. und denselben Hub; bei 52 Umdrehungen in der Minute ist ihre stündliche Leistung je 28,8 cbm, also insgesammt 57,6 cbm. Dieses Pumpwerk tritt in Thätigkeit, sobald eine der Hauptpumpen schadhaft wird.

Die Nachbarstrecken von Station Victoria zeigen den stärksten Wasserandrang. Die Bahn liegt hier auch am tiefsten unter dem Themsespiegel. Die Pumpen sind je nach dem Wetter und den Flutverhältnissen in Thätigkeit. Wärter sind sowohl am Tage wie in der Nacht anwesend. Sämmtliche Stationen drücken zusammen 514,6 cbm Wasser stündlich in die Abzugskanäle und dadurch in die Themse. Die gröfste Druckhöhe beträgt 14,335 m.

Lüftung.

Mit Ausnahme der 7 gänzlich unterirdisch angelegten Stationen werden die übrigen Innenring-Stationen, abgesehen von den wenigen in einer offenen Einschnittstrecke gelegenen, durch die beiderseits der Enden angelegten kurzen offenen Einschnitte gelüftet; die Stationen Baker Street und Gower Street durch die in den Seitenmauern befindlichen Lichtschächte und die Zugänge, einige andere durch Oeffnungen in den Gewölbedecken usw. Die Tunnelstrecken der Metropolitan-Bahn werden durch besondere, in dem Deckengewölbe angebrachte Oeffnungen gelüftet.

Auf der Strecke Gower Street — King's Cross sind solche am zahlreichsten und haben hier im allgemeinen nur etwa 200 m Abstand von einander. Sie sind z. t. durch Eisengitter mit ziemlich engen Maschen überdeckt, welche die Wirkung beeinträchtigen.

Durch die fahrenden Züge selber wird ein kräftiger Luftwechsel bewirkt. Jeder Zug saugt, wie Versuche ergeben haben, durch den zunächst passirten Lüftungsschacht eine erhebliche Luftmasse von aufsen an, welche die Tunnelluft verbessert und abkühlt. Gleichzeitig treibt aber auch jeder Zug die schlechte Luft vor sich hin, dem nächstkommenden Schachte zu und durch diesen teilweise aus. Man sieht thatsächlich aus diesen Oeffnungen in den Strafsen Dampf zeitweilig aufsteigen. Mit wachsender Zugzahl nimmt auch im allgemeinen die Stärke der Lüftung zu. Es hat sich hierbei gezeigt, dass die 7,62 m breiten Tunnel etwas besser gelüftet werden, als die 8,69 m breiten. Versuchsweise hat man in den letzteren den lichten Querschnitt nahe den Lüftungsöffnungen durch Bretterwände (screens), welche den durchfahrenden Zügen genügenden Raum liefsen, verengt, um die Luft kräftiger durch diese auszutreiben. Praktisch ergab sich jedoch kein Vorteil; infolgedessen wurden die Holzwände wieder beseitigt.

Die Lüftungsöffnungen wurden nach Erbauung der Metropolitan-Bahn nachträglich noch angelegt, da die Lüftung der Tunnel vorher eine so mangelhafte war, dass die Reisenden infolge zu hoher Erwärmung und zu grofser Verunreinigung der Luft durch Rauchgase usw. zu leiden hatten. Auf der später begonnenen District-Bahn hat man derartige Einrichtungen auf grund der bei der älteren Anlage gemachten Erfahrungen gleich von vornherein zur Ausführung gebracht.

Es ist hierbei zu berücksichtigen, dass **John Fowler** beim Entwerfen der ersten Untergrundbahnstrecke einen Betrieb mit Heifswasser-Lokomotiven in Aussicht genommen hatte (vgl. Abschnitt IV, Betriebsmittel). Die Lüftung der Tunnel sollte lediglich durch die Zugänge der Stationen erfolgen, daher denn auch keinerlei Fürsorge für sonstige Lüftungszwecke getroffen wurde. Als jedoch Lokomotiven mit Koksfeuerung eingeführt werden mussten, wurde die Londoner Bevölkerung infolge der schlechten Luft auf dieser Bahn so sehr gegen letztere eingenommen, dass die Bahnverwaltung sich veranlasst sah, zur Beruhigung der Gemüter bei der Station Portland Road eine kleine Dampfmaschine eine Zeit lang aufzustellen, durch die mittels eines Ventilators Luft in den Tunnel geblasen wurde.

Die Lichtschächte der Stationen Baker Street und Gower Street waren bis dahin mit Glas verschlossen gewesen. Die Verglasung wurde entfernt und eine kleine Besserung erzielt. Da jedoch bald hernach Kohlenfeuerung bei den Lokomotiven zur Anwendung gelangte, wurde die Tunnelluft wieder sehr schlecht. An einzelnen Stellen, wie King's Cross usw., wurden dann durch Beseitigung des Deckengewölbes kurze offene Einschnitte hergestellt und schliefslich anfangs der 70er Jahre die vorgedachten Lüftungsöffnungen in die Gewölbdecke zwischen Edgware Road und King's Cross in gröfserer Zahl eingebrochen.

Die auf dem älteren Abschnitt der Metropolitan-Bahn gemachten üblen Erfahrungen sind, wie angedeutet, beim Bau der späteren Strecken beherzigt worden. So sind auf dem Geleiszuge Victoria — Mansion House 10 Lüftungsöffnungen — je 2 zwischen den Nachbarstationen Victoria und St. James' Park, Westminster und Charing Cross, Charing Cross und Temple, Temple und Blackfriars, sowie Blackfriars und Mansion House — eingebaut. Von hohem schmucklosem Mauerwerk eingefasst, gereichen sie den Strafsen durch ihr

Aussehen und durch die zeitweilig entströmenden Dämpfe nicht zum Vorteil.

Die öffentliche Meinung, thatkräftig in der Presse und im Parlament zum Ausdruck gebracht, hat sich wiederholt gegen diese Oeffnungen, im Volksmunde »Zuglöcher« (blow-holes) genannt, gewandt. 1883, bei Inangriffnahme des Baues der Schlussstrecke Mansion House—Aldgate und deren Verbindung mit der East London-Bahn, stand die Bewegung gegen die blow-holes auf ihrer Höhe. Die städtischen Behörden, vor allem das Bauamt, drangen darauf, dass keine Lüftungsöffnungen angelegt werden sollten. Letzteres drohte sogar mit Entziehung der im Abschnitt I[1]) näher erwähnten Beihilfe von 10 Millionen Mark. Die Bauleitung musste sich infolgedessen, wie Barry in einem, in den schon mehrfach genannten Minutes of Proceedings 1884/85 wiedergegebenen Vortrage ausführt, entschliefsen, die Linie ohne solche Oeffnungen auszubauen und die schlechte Tunnelluft durch grofse Entlüftungsräder absaugen zu lassen.

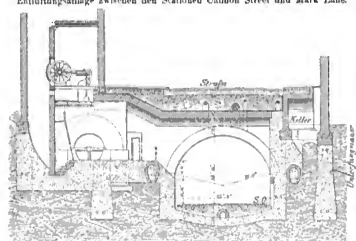
Es wurden 3 derartige Luftsauger aufgestellt, einer in der Mitte zwischen den Stationen Cannon Street und Monument (in der Cannon Street), ein zweiter in der Little Tower Street, zwischen Monument und Mark Lane, und der dritte in Whitechapel Road.

Der erst- und der letztgenannte Sauger haben 5,49 m Dmr. und 1,22 m Breite, der andere hat 4,57 m Dmr. und 1,68 m Breite. Der Betrieb erfolgt durch 12pferdige Gaskraftmaschinen.

Fig. 34 veranschaulicht die allgemeine Anordnung dieser

Fig. 34.

Entlüftungsanlage zwischen den Stationen Cannon Street und Mark Lane.



Lüftungsanlagen. Die Gaskraftmaschine liegt in einem kleinen Raum oberhalb des Strafsenpflasters und treibt das in einem Seitenschacht des Tunnels unterhalb der Strafse angebrachte Saugrad mittels gekreuzten Riemens. Die Fig. 34 zeigt die Cannon Street-Anlage. Sie unterscheidet sich von derjenigen der Little Tower Street durch die Lage des Rades zur Tunnelachse. In Cannon Street war genügender Raum vorhanden, um die Radachse parallel zu der des Tunnels zu legen, während in Tower Street das Rad um 90° hierzu gedreht stehen muss. Die Räder treiben die Luft durch einen senkrechten Schacht aus, dessen obere Mündung über die Nachbargebäude hinausreicht. Bei 60 Umdr. i. d. Min. werden von jedem Rade etwa 150000 cbm Luft angesaugt.

Als die Sauger zuerst in Betrieb gesetzt waren, wurden lebhafte Klagen der Anwohner über Zittern der Fenster und ähnliche, durch die Schwingungen der ausgetriebenen Tunnelluft verursachte Erscheinungen laut. Infolge einer Beschwerde der Anwohner in Cannon Street und Tower Street untersagte der Court of Chancery den beiden Untergrundgesellschaften den Gebrauch der Saugräder.

[1]) S. 7.

Nach weitläufigen Versuchen gelang es, letztere soweit zu verbessern, dass die ausgestofsene Luft keine merklichen Schwingungen mehr hervorrief. Die Räder konnten daher in Tower Street und Whitechapel Road wieder in Thätigkeit gesetzt werden, während die Anlage in Cannon Street aufser Benutzung geblieben ist. Nach Angabe des Maschinendirektors der District-Bahn stellt sich der Betrieb dieser Sauger infolge des starken Gasverbrauches verhältnismäfsig sehr teuer. Den ohne Kosten wirkenden blow-holes wird von seiten der dortigen Techniker der Vorzug gegeben, zumal ihre Leistung nahezu dieselbe sein soll, wie die eines Saugrades. Zur Zeit der Bewegung gegen erstere sind von der District-Bahn Messungen mittels Anemometer vorgenommen worden. Hiernach betrug beispielsweise bei zwei in einer Tunnelstrecke gelegenen blow-holes die ständlich durch die Züge ausgetriebene schlechte Luft 130 600 cbm, und die in derselben Zeit angesogene frische Luft 118 900 cbm.

Trotz der künstlichen Lüftung und trotz der Lüftungsöffnungen ist die Luft der Tunnelstrecken vielfach drückend und schwül, sowie auch, wenigstens in den längeren Tunnelabschnitten, nicht immer frei von Rufsteilchen. Man ist gezwungen, die Wagenfenster zu schliefsen, um sich auf Kosten der Temperatur gegen die schlechte Luft zu schützen. Auf der Metropolitan-Bahn zeichnet sich hierin die Strecke Edgware Road—King's Cross aus, auf der District-Linie der Abschnitt Temple—Mark Lane. Besonders ungünstig liegt der Fall auf der East London-Bahn, der hier noch kurz gedacht werden muss.

Bauarbeiten der East London-Bahn.

Die Bauarbeiten dieser Bahn dürften die vorbesprochenen in bezug auf schwierige Ausführung und Kostspieligkeit an einzelnen Stellen noch übertreffen. Die bemerkenswerteren waren auf dem gänzlich unterirdisch angelegten Abschnitte nördlich der Themse herzustellen, wenn man von dem s. Z. zu anderen Zwecken erbauten 370 m langen Brunel'schen Themsetunnel zwischen Rotherhithe und Wapping absieht. Die Geleise in letzterem liegen 20 m unter dem Hochwasserspiegel (vergl. die Fig. 1 und 2 im Abschnitt I); die Anschlussgeleise beiderseits des Flusses sind mittels Rampen mit der Neigung 1 : 40 hinabgeführt. An diese schliefsen sich, wie die Figur 65 im Abschnitt IV zeigt, Steigungen von 1 : 40, 1 : 60 und 1 : 80 an (letztere kommt zwischen Rotherhithe und Deptford Road auf einer Länge von 700 m vor). Ein Teil der Stationen liegt ebenfalls in der Steigung von 1 : 300.

Der gröfsere Teil der Bahn war in stark mit Wasser gefüllten Kiesschichten unterhalb der Hochwasserlinie anzulegen. Die Fundamentsohle des Tunnelmauerwerkes und die Unterfangungsmauern der unterfahrenen Gebäude sind stellenweise bis 14 m unter Hochwasser getrieben. Auf der ganzen Strecke sind deshalb auch zur Aussteifung und zur Abhaltung des Wassers Fundamentgewölbe eingebaut; ebenso hat man auf die Aufsenseite des innerhalb der Kiesschicht liegenden Mauerwerkes eine gewöhnlich bis in den tiefer befindlichen Thonboden reichende 0,46 bis 0,92 m dicke Lage Lehm aufgebracht.

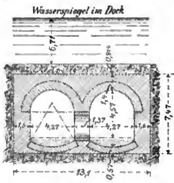
Das erste bedeutsame Werk nördlich der Themse war nahe der Station Wapping auszuführen. Der Bahntunnel war hier in nicht ganz 4 m Abstand an einem mächtigen Lagerhause vorbeizuführen. Infolge der grofsen Tiefenlage — die Geleise liegen 18 m unter Erdfläche — in dem stark wässerigen Boden musste die eine Gebäudewand bis zu 14 m unter Hochwasser unterfangen werden. Dieses erfolgte in der oben bereits näher geschilderten Weise. Der Wasserandrang war ungemein kräftig; durchschnittlich mussten während der ganzen Bauzeit 13,6 cbm Wasser in der Minute ausgepumpt werden, wodurch der Fortgang der Arbeiten sehr verzögert wurde. Letztere haben an dieser Stelle über ein Jahr gedauert. Der Tunnel hat hier 7,62 m lichte Weite; seine Umfassungswände sind ähnlich den Fig. 36 u. 38 gekrümmt, um Material zu sparen. Das Deckengewölbe ist 0,9 m stark. Rettungsnischen für das Streckenpersonal sind in Abständen von 10 m angebracht.

Kurz vor den Londoner Docks erweitert sich der Tunnel glockenartig und unterfährt die letzteren mittels des in Fig. 35 dargestellten Doppeltunnels. Die Mauerstärke über jedem 4,27 m breiten Schienenwege beträgt 1,41 m, wovon 0,8 m wieder auf den Gewölbebogen entfallen. In der Zwischenwand sind gewölbte, 1,5 m breite Oeffnungen. Oben ist das ganze Mauerwerk durch eine dicke Lehmschicht abgedeckt.

Aeufserst schwierig und langwierig war der Bau dieses Tunnelstückes. Das unterfahrene mittlere Dock besitzt eine Breite von 190 m bei einer Wassertiefe von 6,71 m. In diesem Dock, in jüngster Zeit infolge der Strikebewegungen der Londoner Dockarbeiter wieder öfter genannt, herrscht ein sehr lebhafter, ständiger Schiffsverkehr. Täglich passiren es etwa 6 grofse Westindienfahrer nach jeder der beiden Richtungen. Es war daher während des Bahnbaues notwendig, eine genügend breite Wasserstrafse für die Schiffahrt frei zu halten. Der Tunnel musste deshalb in 2 Hälften ausgeführt werden. Zu diesem Zwecke zog man einen 18,3 m breiten Kofferdamm bis zur Dockmitte. Die Dammwände

Fig. 35.

Tunnelquerschnitt unterhalb der Londoner Docks.



waren mit Rücksicht auf den grofsen Wasserdruck 2,6 m dick und je aus 2 Reihen Spundpfählen mit Lehmfüllung gebildet. Das Innere des Dammes wurde leergepumpt, der Boden ausgehoben und der Tunnel aufgemauert. Infolge des beständigen Wasserandranges und des schlechten Baugrundes — der unter dem Kies gelegene Thon enthielt zahlreiche Sandnester — beanspruchte die Herstellung dieses etwa 95 m langen Tunnelstückes 23 Monate, sodass durchschnittlich nicht weniger als 6 Bautage auf 1 lfd. m Tunnellänge entfallen. Das Tunnelende unter der Dockmitte wurde alsdann zugemauert und die zweite Hälfte in Angriff genommen. Der erste Kofferdamm wurde bis auf die Querwand beseitigt und an diese der neue Damm nordwärts angeschlossen. Auf diesen war ein Schienengerüst mit 5 Kranen errichtet, um die ausgebaggerte Erdmasse zu heben und in die Baggerschiffe zu verladen. Dank der bei der ersten Dockhälfte gewonnenen Erfahrungen wurde der zweite Teil in kurzen Längen ausgeführt und in nur 3 Monaten vollendet, obschon auch hier der Boden ebenso schlecht war und wiederholt bedenkliche Wassereinbrüche erfolgten. Im ganzen wurden in dem Dock etwa 22 000 cbm Erdmasse ausgebaggert und ungefähr 8700 cbm Ziegelmauerwerk verlegt. (Ausführlicheres über diese Arbeiten bringt Engineering, Bd. XX S. 468.)

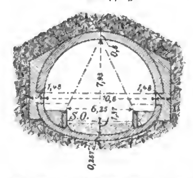
Auf der Nordseite des Docks war die Bahn unter einigen sechs- bis siebenstöckigen Warenhäusern durchzuleiten, die infolge ihrer Pfahlrostfundirung höchst schwierige Unterfangungen bedingten. Das unterste Geschoss, unter welchem die Geleise noch 16,76 m tief liegen, wird von Pfeilerbogen getragen (die oberen Stockwerke ruhen im Innern auf gusseisernen Säulen), deren Fundamentpfeiler tief in die obere Kiesschicht reichen und sich in dieser auf einen Rost von je 9 in den Thonboden getriebenen Pfählen stützen. Dreizehn solcher Pfeiler mussten 18 m tief unterfangen werden. Man hob hierbei unter jedem von ihnen einen Schacht aus, schnitt die Pfähle, wenn notwendig, ab und brachte dann den Beton und das Mauerwerk ein. Erst nach Beendigung dieser Vorarbeiten konnte der Boden für den Bahntunnel ausgehoben und dieser aufgemauert werden. Der Querschnitt ist hier derselbe wie unter dem Dock, Fig. 35. Da, wo die unterfangenden Betonpfeiler in den Tunnel einschnitten, sind sie, wenn angängig, entweder mit dessen Mauerwerk verbunden oder teilweise beseitigt und gegen letzteres abgestützt worden. So stützen sich jetzt z. B. mehrere dieser Pfeiler oben auf das Deckengewölbe.

Hinter den Lagerhäusern geht der Doppeltunnel wieder in einen einfachen über. Aus der übrigen nördlichen Strecke ist noch ein 61 m langer offener Einschnitt hervorzuheben, dessen Futtermauern durchweg nach Art der Fig. 37 durch 2 Reihen gusseiserner Stützen abgesteift sind; ferner das Unterfahren des grofsen Londoner Krankenhauses. Letzteres liegt über der vor 6 Jahren hergestellten Anschlussstrecke der City Lines Extension an die East London-Bahn. Um das Geräusch und die Erschütterungen von den durchfahrenden Zügen möglichst unmerklich zu machen, ist das Fundamentgewölbe unter dem Hospital, sowie eine Strecke davor und dahinter, tiefer angeordnet und mit einer dichten Loheschicht belegt worden, auf welcher der Oberbau ruht, während über den Geleisen Blechträger mit Gewölbkappen dazwischen gespannt sind. Diese Vorkehrungen haben sich bewährt. Im Innern des Krankenhauses soll kaum etwas von dem Bahnverkehr wahrzunehmen sein. Die Tunnelwandungen dieser Anschlussstrecke sind mit Ausnahme der Ziegel-Deckengewölbe ganz in Beton hergestellt.

Stationen. Machen die oben beschriebenen Untergrundstationen naturgemäfs im allgemeinen keinen allzu freundlichen Eindruck, so ist dies bei denen der East London-Bahn noch weit weniger der Fall. Eine der älteren Anlagen, Wapping, ist in Fig. 36 im Querschnitt wiedergegeben. Sie gleicht einem langen geräumigen Kellergewölbe. Ober- und

Fig. 36.

Station Wapping.



Seitenlicht fehlen, daher Gasbeleuchtung. An dem Nordende liegt ein kurzer offener Einschnitt mit 17,7 m hohen Futtermauern und 2 Reihen gusseiserner Stützen. Bis zum Ausbau der Nordstrecke hatte die Station nur durch den Treppenschacht des alten hier beginnenden Themsetunnels Zugang, infolgedessen die Südstrecke nur geringen Personenverkehr und gar keinen Güterverkehr besafs. Auffallend ist die äufserst geringe Breite der 300 Fufs = 91,4 m langen Bahnsteige, die zu nur 1,91 m gemessen wurde, und daher wohl unter dem im allgemeinen zulässigen Mafs zurückbleibt.

Eine der später angelegten Stationen, **Shadwell**, veranschaulichen die Fig. 37 und 38. Sie gleicht im ganzen der Wapping-Anlage, nur sind hier beiderseits des Stationstunnels offene 14,33 m hohe Einschnitte mit doppelreihiger Stützenabsteifung ausgeführt, in welche die 450 Fufs = 137 m langen Bahnsteige sich noch hinein erstrecken. Die Breite der letzteren beträgt etwa 2,75 m. Sonstige Einzelheiten lassen die beigegebenen Figuren erkennen.

Erwähnt muss noch werden, dass über dem einen Ende dieser Station die schon oben genannte Blackwall-Bahn auf hohem Viadukt sich hinzieht. Der Abstand der Geleise beider Bahnen beträgt 20,37 m. Die Bogen der Hochbahn haben 10,6 m Spannweite; mitten unter einem von ihnen verläuft die Tiefbahn. Bei deren Unterführung mussten seiner Zeit 7 der Viaduktpfeiler unterfangen werden, von denen zwei auf den

Tunnel sich stützen. Die hierbei notwendig gewesenen Arbeiten werden als äufserst schwierig geschildert, zumal auch hier, wie später bei der Innenring-Unterführung, der lebhafte Verkehr der Viaduktlinie keine Störung erleiden durfte.

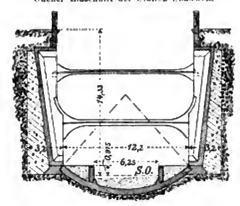
Die übrigen Stationen, Whitechapel und St. Mary's, bieten gegen früher Gesagtes keine besonderen Eigentümlichkeiten. Erstere liegt im offenen Einschnitt zwischen Futtermauern und wird auf 35,7 m Länge von einem Eisendach überspannt. Zwei Strafsen kreuzen sie mittels Brücken.

St. Mary's liegt ganz im gedeckten Einschnitt. Die Decke ist durch schweifseiserne Träger und Gewölbkappen gebildet.

Dass auch auf dieser Bahn zahlreiche Abzugskanäle, Gas- und Wasserleitungen zu verlegen, teilweise neu herzustellen waren, bedarf wohl keines Hinweises.

Fig. 37.

Offener Einschnitt der Station Shadwell.



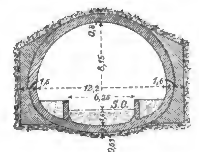


Fig. 38.

Mittlerer Querschnitt durch die Station Shadwell.

Lüftung. Infolge der grofsen Tiefenlage dieser Bahn sind in etwa 100 m Abstand 8 Fufs = 2,44 m grofse Oeffnungen in der Tunneldecke angebracht. Am Südende der unterfahrenen London Docks liegt z. B. eine solche. Trotzdem ist die Lüftung mangelhaft und unzureichend. Sie ist noch schlechter, als auf den ungünstigeren Metropolitan- und District-Strecken. Beim Fahren auf dieser Bahn schliefsen die Insassen baldigst die Wagenfenster, um freier atmen zu können. Wer noch nicht ein Freund elektrisch betriebener Tiefbahnen ist, würde hier schnell bekehrt werden.

Eine Anzahl der auf die Bauten bezüglichen Abbildungen des vorstehenden Abschnittes ist mit Genehmigung des Institution of Civil Engineers den von mir oben mehrfach angeführten Vorträgen entnommen, welche die Herren Baker und Barry vor einigen Jahren im Verein der Civilingenieure in London über die Bauarbeiten der Metropolitan und der Metropolitan District-Bahn gehalten haben und als die beste Quelle über diese hochinteressanten Arbeiten angesehen werden dürfen. Die übrigen Zeichnungen habe ich während eines wiederholten mehrwöchentlichen Studiums der Untergrundbahnen im Jahre 1886 und 1890 an Ort und Stelle gesammelt. Zu besonderem Dank bin ich hierbei den Generaldirektoren der letzteren, den Herren Bell (Metropolitan-Bahn) und Powell (District-Bahn) verbunden, sowie namentlich den Maschinendirektoren Hrn. G. Estall in Lillie Bridge Yard (District-Bahn) und J. Hanbury in Neasden (Metropolitan-Bahn), die mir in liebenswürdigster Weise jegliche Auskunft gaben, durch Ueberlassung zahlreicher Zeichnungen und wichtigen Zahlenmaterials usw. das Studium der Bahnen erleichterten und es mir zugleich ermöglichten, jedes ihrer beachtenswerteren Bauwerke in Augenschein zu nehmen.

III. Oberbau, Weichen- und Signalwesen.

Auf der älteren Linie Paddington-Moorgate Street lag ursprünglich die gemischte Spur (mixte gauge)[1]), da hier sowohl die normalspurigen Betriebsmittel der Metropolitan- und der Great Northern-, als auch die breitspurigen der Great Western-Bahn verkehrten. Die breite Spur (7' = 2134 mm) war s. Z. auf der Great Western-Bahn von Brunel eingeführt, der sich vergeblich bemüht hatte, die von Stephenson angenommene Normalspur (4' 8½" = 1435 mm) zu verdrängen. Da bei der »broad gauge« der Langschwellen-Oberbau Verwendung gefunden hatte, so war dieser auch anfangs auf der Strecke Paddington-Farringdon verlegt worden. Die Schwellen hatten 330 × 165 mm Querschnitt und trugen schweifseiserne durch ⅝" (15,9 mm) Schraubbolzen befestigte Vignole-Schienen mit gehärtetem (eingesetztem) Kopf. Das Schienengewicht betrug 29,7 kg/m. Während des Ausbaues der Linie nach Moorgate Street gelangte der Querschwellen-Oberbau mit stählernen Vignole-Schienen zur Einführung. Die Schwellen hatten 254 × 157 mm Querschnitt, das Schienengewicht betrug 41,1 kg/m. Die Schienen nutzten sich jedoch stark ab, und ihre Auswechslung führte bei dem starken Verkehr zu mannigfachen Uebelständen, infolgedessen 1873 oder 1874 die jetzt in England fast allgemein gebräuchliche doppelköpfige Stuhlschiene (bull-headed rail) angenommen wurde.

In Figur 39 ist die zur Zeit auf der Metropolitan-Bahn in Anwendung stehende Stahlschiene dargestellt. Sie ist unsymmetrisch, ihre Länge beträgt 24' = 7,315 m, ihre Höhe 5⅝" = 143 mm, die Kopfbreite 2½" = 63,5 mm und die Stegstärke 11/16" = 17,4 mm. Ihr Gewicht ist 86 Pfd. auf 1 Yard = 42,66 kg/m. Die Schienen sind in gusseisernen Stühlen gelagert. Fig. 40 zeigt die seitherige Ausführung, die ein Gewicht von 17,69 kg aufweist. Die neuerdings verlegten Stühle sind in der unteren Platte etwas verstärkt worden und wiegen je rund 18,3 kg. Die 330 × 152 mm grofse Auflagerfläche ermöglicht eine gute Druckverteilung und damit eine gute Schonung der Schwellen. Befestigt werden die Stühle auf den Schwellen durch je 2 Schraubbolzen, deren Muttern unterhalb der Schwellen liegen und in diese mittels scharfer Nasen oder mittels eines viereckigen Ansatzes eingreifen. Die Schraubbolzen sitzen übereck. Die District Railway verwendet noch schwerere Schienen und namentlich kräftigere Stühle; erstere wiegen 87 Pfd. auf 1 Yard = 43,17 kg/m, letztere 47 Pfd. = 21,32 kg.

In den Stühlen werden die Schienen durch prismatische Keile (keys) aus hartem Holz gehalten, denen vor der

[1]) Nach mir vor 2 Jahren freundlichst gemachter Mitteilung des Hrn. Generaldirektors Lambert in London besteht die gemischte Spur noch in einer Gesammtlänge von 422 km, und zwar auf der Hauptstrecke von London über Bristol bis Exeter, sowie auf einigen Nebenlinien. Strecken nur mit breiter Spur kommen noch in einer Länge von 263 km vor, beispielsweise von Exeter bis Truro, während die im Gegensatze hierzu als Schmalspur bezeichnete normale Spurweite von 1435 mm auf 3250 km Länge verlegt ist, also die Linien mit gemischter und breiter Spur um etwa das fünffache übertrifft.

Die gemischte Spur entsteht durch Einlage einer dritten Langschwelle mit Brückschiene zwischen die beiden Schienen der Breitspur (vgl. die Fig. 10, 15 u. 18). Auf ihr verkehren zur Zeit noch die sehr geräumigen breitspurigen wie auch die normalspurigen Fahrzeuge der Great Western-Bahn. Von ersteren sind noch 500 Personen-, 3000 Güterwagen, sowie eine Anzahl Lokomotiven vorhanden. Sobald die Wagen nicht mehr lauffähig sind, wird im Interesse der einheitlichen Spurweite der englischen und schottischen Bahnen die breite bezw. gemischte Spur beseitigt werden, womit dann auch eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit des englischen Eisenbahnwesens zu Grabe getragen wird.

Fig. 39.

Schiene und Lasche der Metropolitan-Bahn.

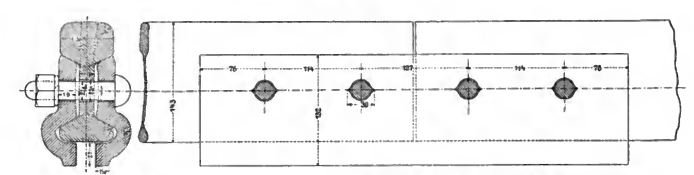
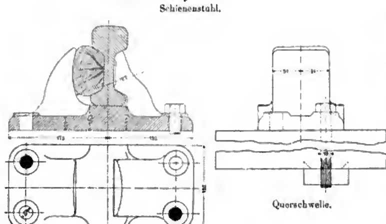


Fig. 40.

Schienenstuhl.



Verwendung durch scharfes Pressen fast alle Feuchtigkeit entzogen ist. Im Freien quellen sie später wieder auf und sichern dadurch die Schienenlage. Eine Lockerung der Keile ist auf den unterirdischen Linien, zumal in dem feuchten englischen Klima, nicht so sehr zu befürchten; auf den Vorortstrecken sieht man freilich vielfach dünne hölzerne Hilfskeile neben den vorgenannten Keilen eingetrieben, was auf ein Lockerwerden der letzteren auf diesen zu Tage liegenden Geleisabschnitten schliefsen lässt. Die Keilbefestigung gestattet ein sehr schnelles Auswechseln schadhafter Schienen, was für eine verkehrreiche Bahn, wie die in Rede stehende, von grofser Wichtigkeit ist, da hier Geleisarbeiten im allgemeinen nur innerhalb der 2 bis 3 Stunden vorgenommen werden können, während derer der Betrieb ruht (von 1 Uhr bis 4 Uhr morgens.) In den Weichenstühlen werden die Schienen selbstverständlich statt der Keile durch Schrauben befestigt (Fig. 45).

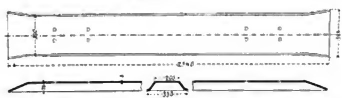
Die Schienenlaschen sind kräftig. Sie sind 1' 8" (508 mm) lang, 132 mm hoch, 19 mm dick, je 11 kg schwer und umfassen den unteren Schienenkopf in der in Fig. 39 gezeichneten Weise. Für Weichenschienen kommt die in Fig. 40a dargestellte Form, welche unseren alten Laschen ähnlich ist, in Anwendung, da hier ein Untergreifen unter den Schienenfufs ausgeschlossen ist. Das Gewicht eines Stückes beträgt 5,44 kg. Die Laschenbolzen sind 22,2 mm stark und am Kopf zwecks Verhinderung der Drehung elliptisch gestaltet. Unter den Muttern liegen federnde Ringe.

Fig. 40a. Lasche für Weichenschienen.

Die **Querschwellen** sind im allgemeinen aus Kiefernholz hergestellt und mit Kreosot getränkt. Sie sind 9' (2,74 m) lang, haben 12" × 6" (305 × 153 mm) Querschnitt und durchweg, auch an den Schienenstöfsen, einen Abstand von Mitte zu Mitte gleich 2' 8" (813 mm). Auf die 7,3 m lange Schiene kommen sonach 9 Schwellen, also auf 1 m Schienenlänge 1,23 Schwellen. Für Weichen und Kreuzungen gelangen Querschwellen von 7" × 4" (178 × 102 mm) Querschnitt und 2' (610 mm) Abstand zur Anwendung. **Der Oberbau** gehört denn auch zu den schwersten in England verwandten[1]). Er dürfte eine Hauptursache sein für den ruhigen Gang, durch den die Züge dieser Bahnen im allgemeinen sich auszeichnen. Das auf deutschen Bahnen beim Ueberfahren der Schienenstöfse so unangenehm bemerkbare hämmernde Geräusch fehlt hier infolge der widerstandsfähigeren Geleislage fast gänzlich. Das sanfte Fahren wird noch verstärkt durch die verhältnismäfsig feste Lage, welche die Schwellen in der sie überdeckenden Bettung finden. Letztere besteht aus grobem Themsekies.

Seit einigen Jahren sind auf den neuen Strecken der St. John's Wood-Linie stählerne bezw. flusseiserne (mild steel)

Fig. 41



Querschwellen zur Einführung gelangt. Sie haben die in Fig. 41 gezeichnete Form und sind an den Enden um 51 mm verbreitert und herabgebogen. Ihre Länge beträgt 2,34 m, ihre Wandstärke durchweg 8 mm und ihr Gewicht 65,77 kg. Sie werden gegen Rostbildung in eine auf 94° C erwärmte Mischung aus 3 Teilen Teer und 1 Teil Teeröl getaucht. Es wird dieselbe Stuhlform wie für Holzschwellen ver-

Fig. 41a.



[1]) Nach einem in Glaser's Annalen 1885 Bd. XVI S. 64 u. f. veröffentlichten Vortrage des Hrn. Eisenbahnbauinspektors Claus beträgt das auf 1 m kommende Eigengewicht des Oberbaues mit hölzernen Querschwellen bei

der Metropolitan-Untergrundbahn	. . .	272,2 kg
» Midland-Bahn	. . . .	227,5 »
» London and North Western-Bahn	.	220,5 »
den Preufsischen Staatsbahnen	. .	140 bis 160 »

Nach dem Centralblatt der Bauverwaltung 1891 S. 10 beträgt das auf 1 m entfallende Gewicht des nach den jetzigen Vorschriften verstärkten Oberbaus der preufsischen Staatsbahnen (2,7 m statt 2,5 m lange Schwellen und 11 statt 10 Stück derselben auf eine Schienenlänge von 9 m, also 1,22 Schwellen auf 1 m Schienenlänge):

bei eisernen Querschwellen	. .	151 kg
» hölzernen »	. .	166 ».

Das Schienengewicht ist 33,4 kg/m. (Die auf den letzteren Bahnen und den Londoner Untergrundlinien in Frage kommenden gröfsten Schienen-Raddrucke verhalten sich zu einander wie rd. 7 : 9,5).

Auf der Berliner Stadtbahn sollen nach dem Centralblatt d. B. 1890 S. 182 Versuche mit einer 43 kg/m schweren Vignole-Schiene angestellt werden, bei der 1 m Oberbau ein Eigengewicht von etwa 203 kg besitzt, also dem Gewichte des englischen Oberbaues sich stark nähert.

wandt, jedoch mit je 4 Schraubbolzen befestigt. Letztere sind in Fig. 41 a dargestellt. Die Drehung der Schrauben wird durch einen viereckigen Ansatz oberhalb des Kopfes gehindert. Die 8 viereckigen Löcher werden in die Schwellen gepunzt. Zwecks elastischer Lagerung wird zwischen Stuhl und Schwelle eine 6 mm dicke Filzplatte gelegt.

Es dürfte von Interesse sein, hier die **Prüfungsvorschriften** für die Stahlschwellen und Schienen anzuführen, wie sie seitens der Metropolitan-Bahn für vorjährige Lieferungen vorgeschrieben waren.

a) **Schienen.** Von je 200 Schienen wird eine den Belastungs- und Schlagproben unterzogen. Die Schiene muss zunächst bei einem Freilager von 0,914 m eine Belastung von 18 288 kg fünf Minuten lang tragen können, ohne eine bleibende Durchbiegung zu zeigen; bei sodann vorgenommener doppelter Belastung (36 576 kg) darf kein Bruch erfolgen. Danach wird sie in der Mitte durchgeschnitten und jede Hälfte unter dem Fallwerke geprüft. Bei 0,914 m Freilager muss sie den Schlag eines 1016 kg schweren Gewichtes aus 6,1 m Fallhöhe, d. i. ein Schlagmoment von 6197 mkg, ohne Schadhaftwerden aushalten können. Zerbricht das Schienenstück hierbei, so wird die fertiggestellte Schienenzahl in 10 gleiche Teile geteilt und von jedem 1 Schiene in derselben Weise geprüft. Der Teil, dessen Probeschiene wieder zerbricht, wird gänzlich zurückgewiesen.

Die Länge der Schienen darf von der vorgeschriebenen nur um $^1/_8$" = 3,2 mm im ganzen abweichen, das Gesammtgewicht der Lieferung nur um 1 pCt. Dem Abnahmebeamten steht aufserdem das Recht zu, sich von der Güte des verwendeten Materials durch Schmiede-, Biege- und andere Proben zu überzeugen.

b) **Schwellen.** Es werden Zerreifsproben angestellt. Die Zugfestigkeit soll 47,2 bis 55,1 kg/qmm betragen bei einer Kontraktion von 30 pCt. Ferner wird von je 1000 angefertigten Schwellen eine kalt mittels hydraulischer Presse oder unter dem Fallwerk geprüft und in der Längsachse zu einem Winkel von 90° zusammengebogen.

Nach Ermessen des Abnahmebeamten werden von den einzelnen Stahlschmelzungen Analysen genommen, und das Material wird durch Schmieden usw. auf seine weitere Güte geprüft.

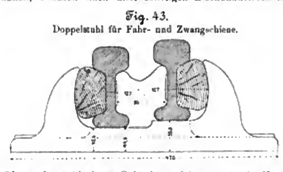
Eingeschaltet mag hier werden, dass beim Unterstopfen der Schwellen das Geleise vermittels einer hydraulischen Winde (Tangye's Patent hydraulic lifting jack) angehoben wird. Die Winde steht hierbei auf einer untergelegten Eisenplatte und wird durch einen Arbeiter in Thätigkeit gesetzt; ihre Hubkraft beträgt 5 t, sie ist also von kräftiger Wirkung.

In Kensington (High Street) sah ich die Winde zu dem Zweck auf dem einen Innen-Ring-Geleise in Gebrauch. Die Züge folgen sich hier in je 10 Minuten. Während der Zug einlief, wurde die Winde niedergelegt, und die Arbeiter traten zur Seite, um 30 Sekunden später nach Abgang des Zuges die Arbeit wieder aufzunehmen. Im Vergleich zu den sonst üblichen Wuchtebäumen, an denen mehrere Arbeiter angreifen müssen, erscheint die von einem Manne bediente hydraulische Winde wahrhaft zierlich. Ihre anderweitige Benutzung ist bei der Besprechung der Neasdener Werkstätten gegeben.

Fig. 42.
Kurvenzwangschiene.

In allen Kurven von 10 chains (201,17 m) Halbmesser und weniger ist, wie auf allen englischen Bahnen, neben der inneren Schiene eine in ganzer Länge der betreffenden Krümmungen sich erstreckende Zwangschiene (check rail) angeordnet, Fig. 42. Sie soll den Seitendruck der Spurkränze gegen die äufsere Schiene mildern und gleichzeitig die Räder am Aufsteigen auf die Aufsenschiene hindern. Sie ist gegen die letztere um $^1/_2$ Zoll = 12,7 mm erhöht und mit ihr in gemeinschaftlichen gusseisernen Stühlen gelagert, Fig. 43. Die Breite der Spurrinne beträgt nur $1^3/_4$" = 44,4 mm. Die Spurkränze schleifen in den scharfen Krümmungen ziemlich stark an diesen Zwang- oder Führungschienen, und letztere sind infolgedessen vielfach seitlich am Kopfe blank gerieben. Das hierbei erzeugte kreischende Geräusch ist deutlich im Wagen vernehmbar und bildet eine sehr unangenehme Zugabe beim Befahren dieser Bahnen. Es ist eine Eigentümlichkeit des Befahrens nicht nur dieser Untergrundbahnen, sondern auch aller sonstigen Eisenbahnstrecken in

Fig. 43.
Doppelstuhl für Fahr- und Zwangschiene.



Städten oder gebirgigem Gelände, welche so scharfe Kurven aufweisen, wie beispielsweise die Londoner Hauptbahnen, die Highland Bahn in Schottland oder die der London and North Western-Bahn angehörige Strecke Llandudno Junction-Blaenau Festiniog in North Wales.

Die **Ueberhöhung** der äufseren Kurvenschienen ist auf den Untergrundlinien nur unbedeutend, da die Züge mit verhältnismäfsig geringer Geschwindigkeit — durchschnittlich 40 km i. d. Std. — fahren.

Weichen.

Die beiden Geleise des Innenrings sind in den Stationen jenseits der Bahnsteige, und zwar gewöhnlich an einem Ende, seltener an beiden wie z. B. auf der joint line, Fig. 55, durch eine Weiche mit einander verbunden, damit, falls ein Geleise nicht befahrbar sein sollte, der Betrieb über das andere geleitet werden kann. Auf den viergeleisigen Strecken stehen auch beide Geleispaare durch Weichen mit einander in Verbindung. Nebengeleise kommen in der Regel nur auf den gröfseren Stationen vor, wie South Kensington, Moorgate Street und Mansion House. Auf den Zwischenstationen habe ich solche nur auf Bishopsgate gefunden. Hier zweigen zwei durch die ganze Stationslänge geführte Sackgeleise von dem Innengeleise ab; sie werden zum Aufstellen leerer Wagenzüge benutzt. Vor Besprechung einiger Eigentümlichkeiten der Weichenanlagen sei vorweg bemerkt, dass die Ein- und Ausfahrt der Züge in bezw. aus Stationen allgemein durch feststehende Signale (fixed signals) angezeigt wird; falls diese untauglich werden, treten Handsignale (hand signals) mittels Flaggen, Handlaternen oder Knallkapseln an ihre Stelle. Die erstgenannten Signale — Mastensignals (Semaphore Signals) und Grundlaternen (Ground Disc Signals) — sind da, wo Weichen vorkommen, von deren Stellung nach der bekannten Anordnung von **Saxby** und **Farmer**, welche auf den englischen Bahnen sehr verbreitet ist, abhängig gemacht. Die Stellwerke befinden sich in dem Weichen- oder Signalturme (signal cabin, s. box). Dieser ist in der Regel an oder nahe den Enden der Bahnsteige errichtet (vergl. Fig. 3); bei denjenigen Stationen, welche in einer starken Kurve liegen, wie King's Cross, auch wohl in der Mitte derselben (vergl. Fig. 4). Der Signalwärter (signalman), welcher das Stellwerk bedient, ist bezüglich des Signalisirens der Züge, des Stellens der Signale und Weichen unabhängig von dem Stationsbeamten und völlig selbständig in der Ausübung seines Dienstes, nimmt also eine wesentlich andere Stellung ein als bei uns, wo der Stationsvorsteher die Abfahrt der Züge leitet.

Die Weichenzungen werden aus demselben Schienenquerschnitt hergestellt, der für die Hauptschienen zur Verwendung gelangt. Die Zungenlänge beträgt gewöhnlich 14' = 4,27 m, die Spurrinne an der Zungenwurzel $1^3/_4$" = 44,4 mm. Eine Spurerweiterung in den Weichen wird nicht gegeben, vielmehr wird sogar auf manchen englischen Bahnen in diesen das Spurmafs um etwa $^1/_4$" = rd. 6 mm verringert, einmal um die seitlichen Radstöfse auf die schwächere Weichenzunge zu mildern, und sodann auch um die Räder sicherer durch die Weiche zu leiten.

Die wichtigeren Weichen sind mit einer besonderen Verschlussvorrichtung ausgestattet, damit die Weichenzungen, nachdem sie richtig zum Anliegen gebracht sind, in dieser Lage auch festgehalten werden. Infolgedessen gehören zu jeder derartigen Weiche 2 Hebel im Stellwerke: einer zum Stellen, der andere zum Verriegeln. Letzteres erfolgt in der Weise, dass durch einen Schlitz in der vorderen, die beiden Weichenzungen verbindenden Querstange ein Riegel geschoben wird. Nach einer Vorschrift des Board of Trade[1]) muss bei Spitzweichen stets eine solche Vorrichtung angebracht werden. Eine in England hierfür sehr gebräuchliche und auch auf den Untergrundbahnen, z. B. in der Baker Street und Farringdon Street-Station, angewandte Einrichtung ist die Weichenverschlussschiene (switch locking bar.). Diese ist gewöhnlich aus einem T-Eisen gebildet, Fig. 44 bis 46, und mittels einer Anzahl Gelenke an der Innenseite der einen Fahrschiene derart beweglich gelagert, dass sie, wenn die Weiche nicht verriegelt ist, mit der Lauffläche der Schienen in gleicher Höhe liegt (Fig. 46 *b*); ist die Verriegelung aber erfolgt, so liegt sie soweit niedriger, dass die Spurkränze der Fahrzeuge sie nicht berühren (Fig. 46 *a*). Umgekehrt kann auch die Weiche so lange nicht entriegelt werden, als ein Rad sich auf dem das T-Eisen stützenden Teil der Fahrschiene befindet. Die Verriegelung ist nur dann möglich, wenn die Weiche vollständig umgelegt ist; steht sie auf teilweisem Schluss, so ist ein Verriegeln unmöglich, und der betr. Stellwerkhebel lässt sich nicht ganz umlegen (wodurch der Wärter aufmerksam gemacht wird), da nach Fig. 45 der Riegel nicht in den zugehörigen Schlitz treten kann. Die Länge der T-Schiene ist mindestens gleich dem gröfsten vorkommenden Abstand zweier benachbarter Achsen irgend eines Fahrzeuges oder Zuges dieser Bahnen. Hierdurch wird erreicht, dass der Signalwärter die betreffende Weiche nicht verlegen kann, so lange ein Zug hindurchfährt, was ohne diese Sicherung erfolgen könnte, da der Wärter nicht immer in den oft stark gekrümmten Geleisabschnitten oder bei starkem Nebel die Weichen übersehen kann.

Die Kontaktschiene reicht bis nahe an die eine Weichenzunge, damit beim Kreuzen eines Zuges das letzte Rad fast unmittelbar von ihr auf die Zunge übertreten kann und der Stellwerkswärter auch während dieses Ueberganges nicht Zeit hat, die Weiche umzulegen und dadurch eine Entgleisungsgefahr herbezuführen. Derartige T-Schienen werden auch vielfach allein ohne Verriegelungsmechanismus in nicht gegen die Spitze befahrenen Weichen, namentlich solchen, die der Signalwärter nicht übersehen kann, zu dem Zwecke angeordnet, das Umlegen dieser Weichen während der Durchfahrt eines Zuges oder eines Fahrzeuges sicher zu verhindern. Auf den Untergrundbahnen sind sie verschiedentlich, u. a. bei einer Anzahl Weichen der Station Mansion House, eingelegt.

Fig. 44.

Weichenverriegelung.

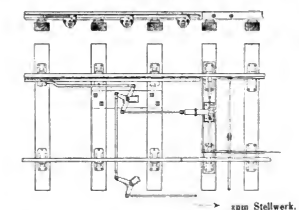
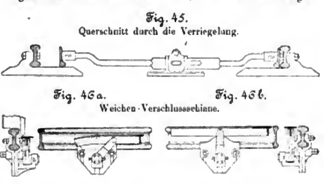


Fig. 45.

Querschnitt durch die Verriegelung.

Fig. 46a. Fig. 46b.

Weichen-Verschlussschiene.



Auf dieser Station findet sich auch in jedem der beiden Innenring-Geleise neben dem zugehörigen Bahnsteige eine ähnliche Druckschiene. Hier hat sie den Zweck, das Aufeinanderrennen zweier Züge unmöglich zu machen. Sie steht hierzu mit dem betreffenden rückwärts gelegenen Stationseinfahrtsignale in Verbindung. So lange ein Zug oder Fahrzeug über ihr hält, kann sie nicht angehoben bezw. umgelegt werden; der zugehörige Stellwerkhebel lässt sich infolgedessen nicht bewegen, und der Signalwärter kann somit auch nicht (versehentlich) das genannte Signal auf Fahrt stellen. Dieses würde auf Mansion House ohne jene Sicherung nicht ausgeschlossen sein, da nach Fig. 24 die Signalbude in dem überbauten westlichen Ende des stark gekrümmten Bahnhofs liegt und der Wärter von hier aus nicht die am anderen Ende befindlichen Bahnsteige, sowie auch nicht sämmtliche Weichen übersehen kann. Auf dem Innenring halten die Züge in den Stationen stets fast an derselben Stelle. Es genügt daher auch hier die Einlage nur einer Sicherheitsschiene (Train Safety Bar). Saxby und Farmer haben diese Schutzvorrichtung für andere Verhältnisse noch dahin erweitert, dass statt einer eine Anzahl derartiger T-Schienen in bestimmten Abständen hinter einander neben derselben Fahrschiene eingebaut werden, sodass die Züge betreffs des Anhaltens freieres Spiel haben und besonders auch einzelne Fahrzeuge, wie Leerlokomotiven usw., gegen die Gefahr des Aufgeranntwerdens besser gesichert sind. Sämmtliche T-Schienen werden durch dasselbe Gestänge bewegt und sind ausbalanzirt; die leichte Handhabung des Stellwerkhebels ist also gewahrt.

Infolge dieser Sicherheitsvorkehrungen erhöht sich die Zahl der Stellwerkhebel nicht unwesentlich. Neuerdings gelangen zwar Konstruktionen zur Anwendung, bei denen die Weichen durch einen einzigen Hebel umgelegt und gleichzeitig verriegelt werden. Sie sind jedoch auf den Untergrundbahnen nicht in Anwendung und liegen daher aufserhalb des Rahmens meiner Besprechung. Uebrigens ist man in England in bezug auf die Zahl dieser Hebel durchaus nicht ängstlich[1]). Mansion House besitzt beispielsweise in seiner

[1]) Das Board of Trade (Handelsamt) bildet eine Abteilung des Handelsministeriums. Es hat u. A. die Entwürfe neu anzulegender Bahnlinien zu prüfen, bevor sie mit der betreffenden Gesetzesvorlage an das Parlament gelangen. Ebenso liegt ihm die landespolizeiliche Prüfung neuer Bahnstrecken einschl. der Betriebseinrichtungen ob, die Anordnung der von ihm hierbei für erforderlich erachteten Sicherheitsmafsregeln usw. Die ausführenden Beamten dieser Behörde sind höhere Offiziere des Ingenieurkorps (Royal Engineers), deren zeitiger Chef den Rang eines Generalmajors bekleidet.

[1]) Nach freundlichst gemachten Angaben von Saxby und Farmer enthält das Stellwerk der Kopfstation Waterloo Bridge (London and South Western Ry.) 108 Hebel in einer Reihe neben einander; die gleiche Zahl findet sich in der Signalbude von Eastbourne (London, Brighton and South Coast Ry.), während der Bahnhof Brighton in 3 Stellwerken 456 Hebel besitzt, und zwar im nördlichen 96, im westlichen 120 und im südlichen gar **240**. Letztere sind in einer einzigen langen Reihe angeordnet, und dieses Stellwerk ist wohl das längste, das vorkommt. Das gröfste Stellwerk Englands befindet sich in dem grofsen Kopfbahnhofe London Bridge (London, Brighton and South Coast Ry.) am Südufer der Themse. Es weist 280 Hebel auf, die in der wohl von den meisten Reisenden dieser Station bemerkten grofsen Signal-

Signalbude 60 solcher Hebel, allerdings die gröfste auf den Untergrundbahnen vorkommende Hebelzahl.

Die verschiedenen Hebel der Stellwerke sind durch ihren Farbenanstrich leicht zu unterscheiden; die Weichenhebel sind schwarz, die verschiedenen Signalhebel rot bezw. grün und die Reservehebel weifs. Letztere werden z. Z. nicht benutzt. Die grüne Farbe wird stets für die Distanzsignalhebel verwendet; die zum Verriegeln der Spitzweichen dienenden Hebel sind gewöhnlich hellblau gestrichen.

Erwähnung verdient noch die bei uns nicht gebräuchliche sog. Sicherheitsweiche (safety point), welche bei einigen wichtigeren Geleisabzweigungen, wie beispielsweise bei der Bakerstreet Junction und am Osteingange von Smithfield Market, zur Anwendung gebracht ist. Durch sie wird bezweckt, unbeabsichtigte und ohne Wissen oder Genehmigung des Signalwärters etwa erfolgende Bewegungen eines Fahrzeuges auf der Abzweiglinie in Richtung nach dem Hauptstrang thunlichst gefahrlos für den Zugverkehr auf letzterem zu gestalten.

Fig. 47 zeigt eine solche Weichenanordnung bei Bakerstreet Junction. Sie liegt in dem in der Richtung nach dem Innenring befahrenen Geleise der Abzweigung (St. John's Wood-

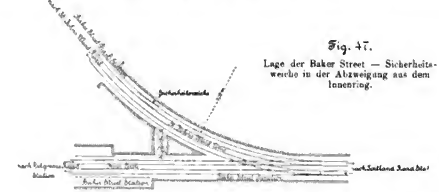


Fig. 47.
Lage der Baker Street — Sicherheitsweiche in der Abzweigung aus dem Innenring.

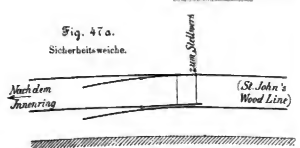


Fig. 47a.
Sicherheitsweiche.

Linie). So lange die Abzweigweiche im Hauptstrang auf letzteren gestellt ist, nimmt die Sicherheitsweiche die gezeichnete Lage ein, Fig. 47a. Wird nun aus irgend einer Ursache, z. B. Unachtsamkeit des Lokomotivführers oder Versagen der Bremsen, durch Wind usw., ein Zug oder Fahrzeug auf der Abzweigung zu weit gegen den Hauptstrang bewegt, so erfolgt durch die Sicherheitsweiche eine Ablenkung vom Geleise, also eine Entgleisung. Der Zug oder das Fahrzeug wird gegen das Tunnelmauerwerk getrieben und hier mehr oder weniger zerstört; das Hauptgeleise bleibt aber unberührt davon. In gleicher Weise ist das aus den Widened Lines abzweigende Einfahrgeleise von Smithfield Market gesichert. Ein auf diesem Strange etwa zu weit aus dem Güterschuppen laufender Wagen wird, bevor er den Zügen der Widened Lines gefährlich werden kann, durch eine solche Weiche zum Entgleisen gebracht und gegen das starke Mauerwerk der Kopfwand geleitet.

bude in 2 langen parallelen Reihen zu je 140 Stück nebeneinander gruppirt sind. Das Innere dieser Signalbude macht einen grofsartigen Eindruck. Das Stellwerk wird täglich (in 24 Stunden) von 12 Signalwärtern bedient, je 4 Mann müssen gleichzeitig während 8 Stunden ihres anstrengenden und verantwortungsvollen Dienstes warten. Gewiss eine aufreibende Thätigkeit: denn die Gesammtzahl der Züge und Leerlokomotiven, welche wochentäglich hier ein- und auslaufen, beläuft sich auf etwa 600, und während der beiden verkehrsreichsten Morgenstunden, in denen die grofsen Schaaren der Geschäftsleute aus den Londoner Vorstädten bis von Brighton her zur City eilen, auf etwa 90. Hierzu treten noch die mancherlei Rangirarbeiten, Umsetzen der Lokomotiven usw. Bemerkt sei noch, dass die Brighton Bahn 1856 die Geburtsstätte der Weichenzentralisirung ward und jetzt seit einem Jahrzehnt das bewundernswerte Riesenstellwerk aufweist, welches in seinen Gröfsenverhältnissen und seiner starken Benutzung wohl einzig im Eisenbahnwesen dastehen dürfte.

Derartige Sicherheitsweichen sind auf den englischen Bahnen nicht selten. Sie sind vielfach als ganze Weiche ausgebildet, an die ein kurzes totes Geleis anschliefst. In dieses laufen gegebenenfalls die Fahrzeuge ein und stofsen entweder gegen ein Prellwerk oder entgleisen im Sande. Das Board of Trade hat in seinen Verordnungen solche Weichen bei Neuanlagen vorgeschrieben. Auf den Untergrundbahnen hat man sich wegen Raummangels mit der durch Fig. 47a veranschaulichten Ausführung begnügen müssen, die übrigens auch auf Hauptbahnen, z. B. der North Eastern, häufig angetroffen wird.

Signale.

Die feststehenden Signale zerfallen in home, distant und starting signals — Deckungs- (bezw. Stations-), Distanz- und Abfahrtsignale. Erstere stehen an den zu deckenden Punkten: bei Abzweigungen neben den Weichen (junction signals), auf den Stationen meist unweit der Bahnsteige. Die Distanzsignale sind 300 bis 500 m weiter vorgeschoben (auf den Hauptbahnen bis 900 m, in einzelnen Fällen selbst bis 1100 m), und zwischen allen Stationen sind Abzweig- (junctions) und Zwischensignalstationen (Intermediate Signal boxes)[1]) aufgestellt. Die Abfahrtsignale stehen gewöhnlich am Abfahrtende der Bahnsteige. Zuweilen, wie z. B. zwischen Blackfriars und Mansion House, sind noch besondere weiter vorgeschobene Abfahrtsignale (advanced starting signals) angeordnet, bis zu welchen ein Zug vorfährt, wenn er die Station freigeben soll, jedoch noch nicht in die nächstgelegene Station einfahren darf. Die Fig. 55 lässt die Aufstellung dieser verschiedenen Signale klar erkennen. Beispielsweise ist für die Station Cannon Street, und zwar für das Innengeleis No. 18 das Distanz-, 16 das Stations- und 15 (oberer Flügel) das Abfahrtsignal; für das Aufsengeleise ist 13 (unterer Flügel) das Distanz-, 3 das Stations- und 4 (oberer Flügel) das Abfahrtsignal. Die Masten und Grundlaternen befinden sich in der Regel auf der linken Seite des zugehörigen Fahrgeleises, entsprechend dem englischen Gebrauche des Linksfahrens, und die mafsgebenden Flügel der ersteren zeigen, aus der Fahrrichtung gesehen, nach links. Die Grundlaternen stehen mitunter auch wohl mitten zwischen den beiden Geleisen (Mark Lane-Station, Fig. 55) oder sind gar doppelt

[1]) Zwischensignalstationen werden zwischen 2 entferntere Nachbarstationen zu dem Zweck eingelegt, die Blockstrecken zu verkürzen, um dadurch die Zugfolge in der Zeiteinheit erhöhen zu können. Auf dem Innenring sind sie beispielsweise auf der Strecke Kings Cross — Farringdon Street, High Street — Notting Hill Gate (im offenen Einschnitt des Campden Hill-Tunnels) usw. eingeschaltet.

angeordnet, die eine mitten zwischen den Geleisen, die andere an der einen Tunnelwand, wie z. B. bei der Einfahrt von Blackfriars in Mansion House-Station. Die Signale werden auf diese Weise dem Lokomotivpersonal leichter sichtbar gemacht. In einigen Fällen sind die Distanzsignale beider Fahrrichtungen auf einem einzigen Maste angebracht. Der obere, nach links gerichtete Flügel bezw. das obere Licht gilt alsdann für das linke Geleise, der untere (aus derselben Richtung gesehen) nach rechts zeigende Arm nebst Licht für das rechtsseitige.

Masten und Flügel bestehen gewöhnlich aus Holz. Häufig sind erstere nur kurz und auf einem Wandarme befestigt, oder sie sind auch wohl zu mehreren auf einer kleinen hochstehenden Plattform angebracht. Dieser Fall tritt bei Abzweigungen ein. Fig. 48 zeigt eine auf englischen Bahnen hierfür sehr gebräuchliche Form. Hierbei sind unterhalb der Deckungsignale die Distanzflügel angeordnet, welche stets von den ersteren durch einen >-Ausschnitt am vorderen Ende unterschieden sind. Die Flügel sind auf der der betreffenden Fahrrichtung zugewendeten Seite rot (mit weißem Felde) gestrichen, auf der Rückseite weiß mit schwarzem Mittelfelde.

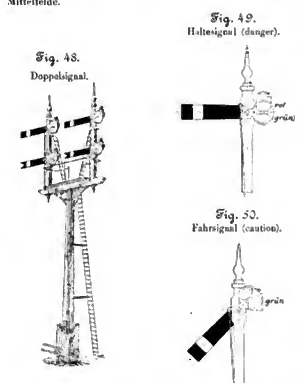


Fig. 49.
Haltesignal (danger).

Fig. 48.
Doppelsignal.

Fig. 50.
Fahrsignal (caution).

Mittels der Mastensignale werden nur 2 Signale gegeben: »halt« (danger) und »langsam fahren« (caution). Ersteres Signal wird durch den wagerecht liegenden Flügel (Fig. 49) bezw. durch rotes Licht, letzteres durch den unter 45° nach unten gerichteten Flügel (Fig. 50) bezw. durch grünes Licht angezeigt. Die Grundlaternen zeigen dieselben farbigen Lichter.

Das Caution-Signal kommt sonst nur noch auf wenigen englischen Bahnlinien vor. Die meisten Hauptbahnen wenden statt desselben das Signal: »Bahn frei« (clear) an, wofür übrigens die gleiche Flügelstellung und dasselbe farbige Licht gilt wie bei dem Caution-Signal.

Der Vollständigkeit wegen sei hier eingeschaltet, dass auch die Sperrblöcke für Nebengeleise [1]) vielfach mit Signallaternen verbunden sind, Fig. 51. Sperrt der Wärter durch den betr. Stellwerkhebel das Geleis, so wird gleichzeitig mit dem Aufklappen des Blockes auf die Schiene die Laterne rot geblendet, umgekehrt bei Freigabe des Geleises grün.

Zeigt ein Distanzsignal »halt«, so muss der Lokomotivführer die Geschwindigkeit seines Zuges soweit mäfsigen, dass er ihn am Signalmast zum Halten bringen kann. Sieht er

Fig. 51.
Sperrklotz für Nebengeleise.

vor sich das Geleise frei, so hat er nach der Signalordnung bis zu dem nächsten Signal langsam vorzufahren und kurz davor zu halten, bis ihm durch den Signalwärter das Caution-Signal gegeben, also die Weiterfahrt gestattet wird. Hierin weicht der englische Brauch von dem unsrigen ab, da auf deutschen Bahnen grundsätzlich an einem Haltesignal nicht vorbeigefahren werden darf.

Die beiden zusammengehörigen Stations- und Distanzsignale sind gewöhnlich abhängig von einander. Für die »Einfahrt« kann das Distanzsignal nur dann gezogen werden, wenn das Stationssignal bereits auf »Fahrt« steht. Nach erfolgter Vorbeifahrt des Zuges am Distanzmast wird der Flügel des letzteren sofort wieder auf »halt« gestellt, und in gleicher Weise danach das Home-Signal. In der Dunkelheit zeigen die Signallaternen derjenigen Distanzsignale, welche vom Wärter übersehen werden können, auch an der Rückseite ein kleines Licht (backlight). Auf verschiedenen Hauptbahnen dient es dazu dem Wärter die jeweiligen Farben der Signallichter anzuzeigen. Seine Blenden werden dann gleichzeitig mit den Hauptblenden eingestellt. Die ziemlich allgemein für diese Hilfslichter eingeführten Farben sind weifs und purpur, zwei Farben, die sonst im allgemeinen nicht zum Signalisiren dienen und daher auch nicht das Zugpersonal irreleiten können.

Da, wo der Signalwärter ein Signal nicht übersehen kann, was auf dem Innenring für einen grofsen Teil der Stationen zutrifft, ist ein kleines elektrisches Wiederholungssignal (repeater) in der Signalbude aufgestellt. Auf der Cannon Street-Station enthält letztere z. B. für jede Fahrrichtung 3 elektrische Anzeiger (Electric Indicator Dial) (für das Distant-, Home- und Starting-Signal) oberhalb der zugehörigen Signalhebel. Sie zeigen bei Fahrtstellung eine weifse Scheibe (dial) mit »Off«, bei Halt eine rote mit »On«.

Die gewöhnliche Form des Repeaters ist ein kleiner Semaphore. (Vergl. weiter unten Fig. 54.)

Soll ein Zug die Station verlassen, so muss dem Lokomotivführer das betreffende Signal vom Zugführer bei Tage mittels Schwenkens einer grünen Flagge, in der Dunkelheit mittels grün geblendeter Handlaterne gegeben werden. Letzterer darf jedoch das Abfahrtzeichen wiederum erst dann erteilen, wenn das Stationssignal auf »Caution« steht. Punkt 92 und 93 der hierauf bezüglichen Bestimmungen (Regulations for Guards and Breakmen) besagen, dass kein anderes Signal als das eben beschriebene für die Abfahrt der Untergrundzüge gegeben werden darf, und dass allein der Zugführer ermächtigt ist, das Abfahrtsignal zu erteilen, und zwar, nachdem er sich vergewissert hat, dass das Caution-Signal seitens des Signalwärters am Stationstelegraphen gezogen ist.

Bei Nebelwetter, in London ja nichts ungewöhnliches, werden besondere Hilfswärter (Fogsignalmen) bei den Mastensignalen aufgestellt. Sie sind mit einer Handlaterne, einer roten und grünen Flagge sowie mit einer Anzahl Knallkapseln ausgerüstet. Sobald das Haltesignal durch den Signalflügel gegeben ist, sind durch den Wärter 2 Knallkapseln auf die Schienen des betreffenden Geleises zu legen und ist mit der Handlaterne bezw. Flagge das Haltesignal zu geben. Wird die Einfahrt durch den Mast freigegeben, so werden die Kapseln fortgenommen, jedoch sofort nach dem Vorbeifahren des Zuges bezw. Geben des Haltezeichens wieder gelegt.

[1]) S. 20.

Vom Zuge aus werden mittels der Dampfpfeife folgende 4 Signale gegeben:

Abfahrt . . . . 1 Pfiff,
Bremsen anziehen . . . 2 Pfiffe,
» lösen . . . . 1 Pfiff,
Gefahr (sofort halten) . 3 scharf markirte Pfiffe, die mehrmals wiederholt werden.

Die Sicherung des Fahrdienstes wird durch das Blocksystem bewirkt, welches sich hier auf's glänzendste bewährt hat. Wurden doch im Jahre 1886, in welchem anlässlich der grofsartigen Kolonialausstellung in South Kensington ein ungewöhnlich starker Verkehr auf diesen Linien sich entwickelte, nach den amtlichen Berichten:

auf der Metropolitan-Bahn 80474550 Reisende und
» » District » 40689253 »

befördert. Dieser gewiss staunenswerte Verkehr, der auf den derzeit zusammen nur etwa 66 km langen Bahnlinien bewältigt wurde, verlief ohne Unfall.

Nach dem Blocksystem darf bekanntlich stets nur ein Zug auf demselben Geleisabschnitte zwischen 2 benachbarten Signalstationen sich befinden. Das Signalisiren der Züge erfolgt mittels des Blockirwerkes (Train Signalling Instrument). Jede Endstation der Untergrundlinien ist mit 2 derartigen Vorrichtungen — je eine für jedes Geleis bezw. jede Fahrrichtung — ausgestattet, aufserdem mit einer elektrischen Signalglocke (Telegraph Bell Instrument) und 2 Sprechwerken — eines zur Verständigung mit der Nachbarstation, das andere mit allen Stationen. Die Zwischenstationen und die an Abzweigungen gelegenen besitzen je 4 Zugsignalisirungswerke (je 2 für beide Richtungen eines jeden Geleises), 2 Signalglocken und 3 Sprechapparate (1 für sämmtliche Stationen, 2 für die beiderseits gelegenen Nachbarstationen). Die Sprechapparate sind sogen. Nadelwerke, (Needle Instruments), bei denen die verschiedenen Signalzeichen durch die Zahl der Ausschläge nach rechts oder links des elektrisch bedienten Zeigers gegeben werden. Die bei uns allgemein eingeführten Morse-Schreibapparate, welche den englischen Nadelwerken insofern vorzuziehen sind, als sie die übermittelte Nachricht aufschreiben, stehen drüben nicht in Anwendung, angeblich, weil sie nicht ein so schnelles Arbeiten wie die Nadelinstrumente gestatten.

Die Signalbuden sind aufserdem mit einem farbigen Stationsplane, der die Lagen sämmtlicher Weichen und Signale veranschaulicht, sowie mit einer Wanduhr ausgestattet, nach der die Wärter die Ankunft bezw. Abfahrt der Züge in ein besonderes Buch einzutragen haben. Jeden Morgen um 8 Uhr wird allen Stationen telegraphisch die Zeit übermittelt (time signal).

Die Signalglocken dienen sowohl dazu, dem Signalwärter die einzelnen Zuggattungen anzuzeigen, als auch, ihm die mittels des Blockirwerkes zu erteilenden Signale anzukündigen. Zur Unterscheidung der Fahrtrichtungen sind diese Glocken vielfach hell- und dumpftönend ausgeführt. Sie werden durch Niederdrücken eines sog. Schlüssels in Thätigkeit gesetzt; jedem Niederdrücken desselben Signalknopfes entspricht ein Glockenton.

a) Metropolitan-Bahn. Bezüglich der Blockirsignalisirung bestehen auf der Metropolitan-Bahn zwei Formen. Beide rühren von Spagnoletti, Telegrapheningenieur der Great Western-Bahn, her. Bei der älteren Anordnung kann der Signalwärter 2 Signale geben bezw. erhalten, welche, ähnlich wie bei den Blockirwerken von Siemens & Halske, durch kleine farbige Scheiben sichtbar gemacht werden. Die eine Scheibe zeigt auf rotem Grunde die Inschrift: »Train on Line« (Zug auf der Strecke), die andere auf weifser Fläche »Line Clear« (Bahn frei). Für einen Geleisabschnitt kann natürlich stets nur eine dieser Scheiben sichtbar sein. Erscheinen beide Scheiben (teilweis), so deutet das auf eine Unordnung im Apparate. Der Signalwärter hat dann sofort die betreffenden Deckungsignale auf »halt« zu stellen. Es kann also dann höchstens eine Zugverspätung, jedoch keine Gefahr für den Zug herbeigeführt werden.

Es dürfte von allgemeinerem Interesse sein, hier kurz die Art des Signalisirens eines Untergrundzuges zu beschreiben, und zwar an der Hand der in der Signalordnung der Metropolitan-Bahn gegebenen Vorschriften.

Es werde hierbei angenommen, dass ein Zug im Begriff sei, von der Station A nach B zu fahren. Der Signalwärter in A kündigt zunächst durch die vorgeschriebene Anzahl Glockenschläge dem Wärter in B die Gattung des Zuges (Personenzug oder Güterzug usw.) an, löst die weifse Scheibe mit »Line Clear« am Blockwerk und drückt den roten Knopf an letzterem nieder, wodurch die rote Scheibe mit »Train on Line« erscheint.

Der Wärter B wiederholt das Glockensignal, es dadurch anerkennend, stellt durch Drücken des roten Knopfes an seinem Apparate die 2 roten Scheiben in A und B fest und hält sie so lange in dieser Stellung, bis er den Zug der ihm wiederum nächst vorgelegenen Station C signalisirt und dieser die Station B verlassen hat. (Der Wärter A kann während dessen die Stellung der Scheiben nicht verändern). Alsdann giebt B nach A drei Glockenschläge als Zeichen für »Line Clear«, löst die roten Blockirscheiben und drückt den weifsen Knopf nieder, wodurch die weifsen Scheiben sichtbar werden. A muss hierauf sofort die empfangenen 3 Glockenschläge dem Wärter B anerkennen, indem er sie nach B wiederholt, und dann die beiden weifsen Scheiben feststellen, wodurch die Strecke A—B als »frei« bezeichnet wird, sodass wieder ein Zug von A nach B gelassen werden kann.

Bevor ein Wärter »Line Clear« nach Abgang eines Zuges signalisirt, muss er sich überzeugen, dass letzterer thatsächlich die Station verlassen bezw. mit dem Schlusssignal die Signalbude passirt hat. Hindert Nebel die Aussicht, so tritt ein Hilfswärter in Thätigkeit; er hat dem Signalwärter anzuzeigen, wenn der Zug die Station freigegeben hat.

Tritt der Fall ein, dass die Strecke seitens der Station B wieder blockirt werden muss, nachdem der Wärter B bereits »Line Clear« nach A signalisirt hat, so hat B sofort das Blockirsignal »Line Blocked« (auch Obstruction-Signal genannt) — 6 Glockenschläge — nach A zu geben. Letztere Station wiederholt dasselbe nach B und löst die weifse Scheibe am Blockapparat aus, sodass B im stande ist, die rote Scheibe einzurücken und sie so lange festzuhalten, bis das Geleis wieder frei ist; alsdann giebt B das Line Clear-Signal an A, wie früher beschrieben. Müssen beide Geleise blockirt werden, so ist das Line Blocked-Signal nach den beiderseits gelegenen Nachbarstationen zu geben.

Jedes Signal muss von der Empfangstation (B) an die Ausgangstation (A) zurückgegeben (wiederholt) werden, zum Zeichen, dass es verstanden worden ist. Es darf daher auch kein Zug eine Station verlassen, bevor nicht das Fahrsignal (»Line Clear«) von der vorgelegenen Station anerkannt wurde.

Die neuere Spagnoletti'sche Anordnung, welche u. a. auch auf Strecken der Great Western-Bahn angewendet wird, weist die Vervollkommnung auf, dass das Ausfahrtsignal einer Station durch den Blockirapparat selbstthätig verriegelt wird. Hierdurch ist es dem Signalwärter unmöglich gemacht, einen Zug anzunehmen, bevor der vorhergehende die Station verlassen hat. Es ist zu dem Zweck unweit des Ausfahrtsignales ein sogen. Kontaktapparat eingebaut, dessen Hebel beim Passiren eines Zuges infolge der Schienendurchbiegung gegen eine isolirte Feder stöfst und dadurch einen Stromkreis in Thätigkeit setzt, der die Entriegelung des im Stellwerke befindlichen Hebels des Ausfahrtsignales der rückwärts gelegenen Nachbarstation einleitet [1]), Fig. 52.

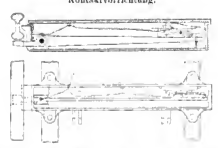
Kann nun in der Station B ein Zug von A angenommen werden, so drückt der betr. Wärter, wie oben beschrieben, nach Austausch der Glockensignale einen Knopf am Blockapparate nieder; es werden in A und B die weifsen Scheiben mit »Line Clear« sichtbar, und gleichzeitig wird

[1]) Die Einfahrt aus den Widened Lines in den der Midland-Bahn angehörigen unterirdischen Güterbahnhof White Cross Street ist beispielsweise durch einen derartigen Kontaktapparat gesichert, ebenso liegt ein solcher im Tunnelgeleise der Station Aldersgate usw.

der bis dahin festgehaltene Hebel des Ausfahrtsignales in A entriegelt. A giebt nun das Ausfahrtsignal für den Zug nach B und stellt dieses nach Ausfahrt desselben sofort wieder auf »halt.« Durch diese letztere Hebelbewegung wird nun

Fig. 52.

Kontaktvorrichtung.



aber sowohl das Ausfahrtsignal wieder verriegelt, als auch gleichzeitig ein Wechsel der beiden weifsen Scheiben gegen die roten bewirkt. Diese Scheibenstellung kann keiner der Wärter in A und B ändern, ebenso wenig die Verriegelung des Ausfahrtsignalhebels in A aufheben. Erst wenn der Zug aus der Station B abgefahren ist und das dortige Ausfahrtsignal und damit den erwähnten Kontaktapparat passirt hat, wird durch den in Wirksamkeit tretenden Stromkreis der regelrechte Zustand wieder herbeigeführt. Das geschilderte Signalspiel kann nun für einen zweiten von A nach B abzulassenden Zug wieder beginnen.

Sämmtliche Scheiben- und Glockensignale werden hierbei durch einen **einzigen** Draht vermittelt. Die Anordnung der Blockirapparate ist ferner dahin getroffen, dass im Fall einer Unordnung bei einem derselben die Stationssignale in der Haltestellung verriegelt bleiben. (Ausführlicheres hierüber bringt »The Engineer« 1886, II, S. 366.)

So vollkommen dieses sinnreiche Verfahren theoretisch ist und so hohen Sicherheitsgrad es für den Eisenbahnbetrieb bei richtiger Wirksamkeit aller Teile bietet, so sollen doch mitunter unliebsame Störungen durch Nebenschlüsse und dergl. vorgekommen sein, die einer ausgedehnteren Anwendung hinderlich gewesen sein dürften.

Das ältere Verfahren von Spagnoletti hat sich dagegen in der langen Reihe von Jahren seiner Anwendung voll und ganz bewährt und den Riesenverkehr der Untergrundbahnen ermöglicht.

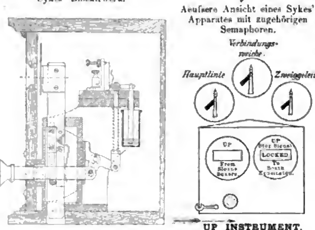
b) **District-Bahn.** Die District-Bahn wendet seit $2^1/_2$ Jahren verbunden mit dem Blocksystem ein dem neueren Spagnoletti'schen in gewissem Mafse ähnliches Verfahren an. Es ist von **Sykes**, Telegrapheningenieur der London, Chatham and Dover Ry., erdacht und arbeitet nach den mir gemachten Angaben sehr sicher, ohne die dem vorgenannten

Fig. 53.

Sykes' Blockirwerk.

Fig. 54.

Aeufsere Ansicht eines Sykes' Apparates mit zugehörigen Semaphoren.



System anhaftenden Uebelstände zu besitzen. Ein Schienenkontakt kommt nicht in Anwendung, sondern ein besonderer Signalapparat, Fig 53. Kann und soll der Wärter B einen Zug annehmen, so drückt er einen kleinen aus jenem vorstehenden Knopf zurück, wodurch 1) an seinem Apparat eine Scheibe mit »Train accepted« (Zug angenommen) erscheint, 2) in der rückwärts gelegenen Signalstation A das Ausfahrtsignal entriegelt und 3) über dessen Stellhebel das Wort »Free« sichtbar wird. Nunmehr vermag der Wärter A das Ausfahrtsignal zu ziehen, und der Zug kann abfahren. Der Wärter muss das Signal gemäfs der Signalordnung sofort wieder auf »halt« zurücklegen, sobald der Zug die Signalbude passirt hat und damit in den neuen Blockabschnitt eingetreten ist. Durch das Zurücklegen des Hebels in A auf »halt« wird aber 1) das Ausfahrtsignal in A verriegelt und kann nicht eher wieder gezogen werden, als bis B den Knopf an seinem Sykes-Instrument aufs neue niederdrückt und dadurch A auslöst; 2) wird der kleine elektrische Semaphore in der vor A rückwärts gelegenen Station Z auf »Fahrt« gestellt, wodurch dem Wärter Z angezeigt wird, dass seine vorgelegene Strecke Z—A »frei« ist.

Derartige Semaphoren sind oberhalb des betreffenden Sykes-Instrumentes aufgestellt. Fig. 54 zeigt die allgemeine Anordnung, wie sie beispielsweise in der Princess Street-Signalbude an der Abzweigung nahe South Kensington sich vorfindet. Die unten an den Apparaten befindlichen schraubenschlösselartigen Hebel dienen dazu, den Entriegelungsknopf in seiner Stellung festzuhalten. Sie müssen der Vorschrift gemäfs übergehakt werden,

1. wenn der Signalwärter abends den Dienst beendet hat;
2. wenn auf einem Nebengeleis oder durch eine Kreuzung Bewegungen von Fahrzeugen auszuführen sind, welche einem Zuge der Hauptlinie gefährlich werden können;
3. wenn die letztere blockirt werden soll.

So lange der Sykes-Knopf festgestellt ist, zeigt der Semaphore der rückwärtsgelegenen Nachbarstation »halt«, und das Ausfahrtsignal bleibt verriegelt.

Wie Figur 53 erkennen lässt, wird durch das Einschieben des auf einen Winkelhebel wirkenden Knopfes eine Blattfeder gegen die Kontaktschraube gedrückt und der Kontakt hergestellt, dabei wird gleichzeitig eine Spiralfeder zusammengepresst und ein kleiner Kolben in einem Cylinder hinaufgezogen. Die Federkraft treibt den Knopf wieder vor. Damit jedoch der Kontakt genügend lange wirken kann, ist in dem Boden des Cylinders eine feine Oeffnung angebracht, welche die Luft beim Niedersinken des Kolbens nur langsam entweichen und dadurch den Kolben langsam sinken lässt.

Die auf der District-Bahn üblichen Glockensignale sind folgende:

1 Schlag . .	Abfahrtsignal für einen Zug des Innenrings
2 Schläge .	» » » » einer Zweiglinie
3 »	. . . . Bahn frei (Line Clear)
6 »	. . . . . Bahn blockirt (Obstruction signal)
12 »	Ausfahrtsignal nicht entriegelt (Not freed signal)
16 »	. . . . Prüfungssignal.

Aufser dem vorletzten Signal müssen alle übrigen vom Empfänger durch dieselbe Zahl von Schlägen an den Absender zurückgegeben werden. Das »Not freed signal« wird gegeben, wenn die Scheibe über dem Stellhebel des Ausfahrtsignals ausnahmsweise sich nicht auf »Free« einstellen sollte. Es treten alsdann gewisse Vorschriften in Kraft.

Allgemeiner Grundsatz für die Zugsignalisirung durch das Sykes-Verfahren ist: kein Zug darf dem vorgelegenen Blockwärter durch das Abfahrtsignal angekündigt werden, bevor nicht

1. das Line Clear-Signal von diesem an die Abgangstation des Zuges gegeben und von letzterer anerkannt ist, und so lange nicht
2. der Flügel des kleinen Semaphores gleichzeitig Fahrtstellung anzeigt.

Die vorgelegene Station wiederum darf nicht eher »Line Clear« signalisiren, als bis der Wärter den nächst vorhergehenden Zug seine Bude hat passiren sehen und sich überzeugt hat, dass die Strecke rückwärts frei ist.

Die Handhabung des Signaldienstes ist eine verhältnismäfsig einfache und, was auf diesen Bahnen sehr notwendig ist, auch eine rasche. Das Sykes-Instrument gestattet ein schnelleres Arbeiten als der auf unseren Bahnen allgemein benutzte vorzügliche Blockirapparat von Siemens & Halske, bei dem die mehrmalige Drehung einer Kurbel für jedes Blockiren und Deblockiren erforderlich ist. Das Sykes-Blocksystem verleiht bei nur einiger Aufmerksamkeit der Signalwärter dem Betrieb einen hohen Grad von Sicherheit. Auch die London-, Chatham- and Dover-Bahn wendet es an; so sind z. B. die verkehrreichen Stationen St. Paul's und Blackfriars nördlich und südlich der Themse mit Sykes-Instrumenten ausgestattet.

c) Joint Line des Innenringes. Auf dem beiden Untergrundbahn-Gesellschaften gemeinsamen Innenring-Abschnitte Mansion House — Aldgate, dessen Blockstrecken

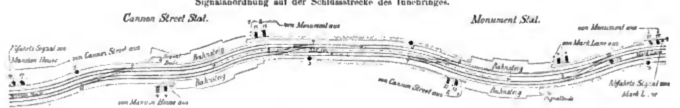


Fig. 55.

Signalanordnung auf der Schlusstrecke des Innenringes.

nur 300 bis 500 m lang sind, vgl. Fig. 55, hat man an dem am Abfahrtende des Bahnsteiges stehenden Maste oben das Starting-Signal der eigenen und darunter das Distant-Signal der vorgelegenen Station angebracht, Fig. 56. Der Signalmast steht dicht vor der weifsgestrichenen Mauerfläche nahe dem Tunneleingang. Die Lokomotive eines Zuges hält unmittelbar neben dem Mast. Zur Erteilung des Abfahrtsignals ist die Uebereinstimmung beider zugehörigen Signalwärter erforderlich.

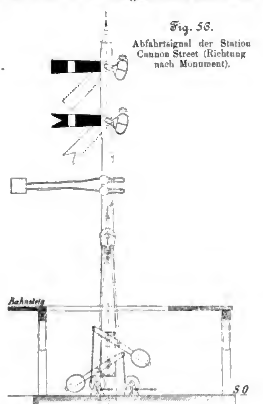


Fig. 56.

Abfahrtsignal der Station Cannon Street (Richtung nach Monument).

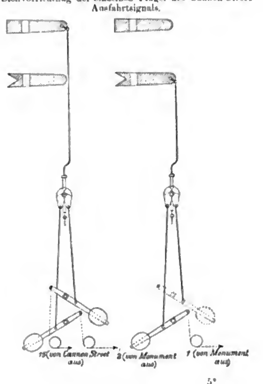
Grundbedingung hierbei ist, dass der obere Flügel unabhängig von dem unteren für sich allein auf Fahrt gestellt werden kann, wohingegen der untere Flügel nur mit dem oberen gemeinsam niedergelassen werden soll.

Zeigt nämlich der untere Flügel »halt«, der obere jedoch Ausfahrt, so deutet dieses dem Lokomotivführer an, dass die vorgelegene Station für ihn noch nicht gänzlich frei ist. Er hat in diesem Falle, wie schon oben erörtert, langsam und vorsichtig bis zu dem Home Signal der vorgelegenen Station vorzufahren und vor diesem so lange zu halten, bis der Signalwärter die Einfahrt erteilt. — Zeigen beide Flügel des Doppelsignals Fahrt, so ist das Geleise bis zum Abfahrtmaste der vorgelegenen Station frei, und der Führer kann ungehindert ab- und bis zu diesem heranfahren.

Bei der Kürze der Stationsabstände und der dichten Zugfolge ist es für den Signalwärter unter Umständen erwünscht, beide Flügel des Ausfahrtmastes der rückwärts gelegenen Station in der Haltestellung (Fig. 56) beiassen zu können und dadurch die Ausfahrt eines Zuges oder einer Lokomotive aus letzterer Station zu verhindern. Um dieses sowie die verschiedenen Flügelstellungen zu ermöglichen, ist jeder der beiden Signalflügel mit einer eigenartigen Stellvorrichtung — Schloss (slot) genannt — am Mast ausgestattet. Sie besteht im wesentlichen aus zwei scheerenartigen Teilen (Fig. 59 u. 60), die sich um einen Bolzen drehen, von denen aber jeder durch eine besondere Zugvorrichtung bewegt wird, und zwar die eine Hälfte von der vorgelegenen, die andere von der eigenen

Fig. 57 u. 58.

Stellvorrichtung der einzelnen Flügel des Cannon-Street Ausfahrtsignals.



Station aus. Jeder der beiden Nachbar-Signalwärter kann die zugehörigen Stellwerkhebel frei bewegen; so lange jedoch nur ein Wärter seine Hebel allein umlegt, bleiben die Signalflügel auf halt stehen; erst nachdem der vorgelegene Wärter seine Hebel umgelegt hat, ist der andere Wärter im stande, die Flügel auf Fahrt zu stellen.

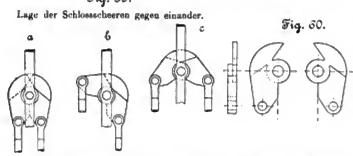
Nehmen wir als Beispiel das Ausfahrtsignal des Innengeleises der Station Cannon Street (Fig. 55 u. 56).

Wie die Figuren 57 und 58, in welchen die hinter einander liegenden Schlösser und Hebel nebeneinander gezeichnet sind, veranschaulichen, wird eine Hälfte des Distanzflügelschlosses durch den Stellhebel No. 1 und eine Schlosshälfte des Ausfahrtflügels durch den Hebel No. 2 der Station Monument bewegt; die anderen beiden Hälften dieser Schlösser werden durch den Wärter in Cannon Street gestellt, und zwar durch denselben Stellhebel No. 15. Es sind deshalb die beiden Gewichtshebel dieser Scheerenteile (die rechtsseitigen in Fig. 56 bis 60) durch einen Bolzen miteinander verkoppelt, in Wirklichkeit ist nur ein Gewichtshebel vorhanden; der mit diesem verbolzte kürzere Hebel wird durch das Gegengewicht des ersteren mit ausbalanzirt. (In Fig. 57 ist dieser Gewichthebel ausgezogen, in Fig. 58 dagegen nur punktirt). Die Gegengewichte haben den Zweck, die Signalflügel im Falle eines Bruchs der Leitung selbstthätig auf »halt« einzustellen. Der Signalwärter in Cannon Street muss also stets beim Umlegen seines Hebels 15 **beide** Scheerenhälften bewegen, während der vorgelegene Wärter seine beiden Hälften einzeln einstellen kann.

Gesetzt, der Wärter in Monument wolle nur den oberen Flügel (Ausfahrt) in Cannon Street auf Fahrt gestellt wissen. Er legt den Hebel 2 um; hierdurch wird die betreffende Scheerenhälfte am Cannon Street-Mast so weit aus ihrer Ruhelage (Fig. 59 a) nach oben gedreht, dass sie gegen die schräge Anschlagflächen der anderen Scheerenhälfte stöfst (Fig. 59, b). Legt jetzt der Signalwärter in Cannon Street

Fig. 59.

Lage der Schlossscheeren gegen einander.



den Ausfahrthebel No. 15 um, so wird dadurch das andere Scheerenteil hochgedreht. Da nun der erstgenannte Scheerenteil hierbei in seinem Schubstangenauge einen festen Drehpunkt bildet, (streng genommen ist nur der untere am Gewichthebel angreifende Endpunkt dieser Schubstange unverrückbar, der obere macht eine allerdings nur sehr geringe Bogenbewegung), so wird durch das Verstellen des zweiten Scheerenteils der Scheerenbolzen und damit die Stellstange des oberen Flügels hochgeschoben (Fig. 59 c), d. h. letzterer selbst heruntergelassen, also auf Fahrt gestellt. Die Figur 59 zeigt die 3 verschiedenen Stellungen der Scheerenhälften zu einander, und zwar gleichzeitig auch mit der jedesmaligen Höhenlage des Scheerenbolzens. Die Flügelstange ist in zwei Augen geführt, welche bei ihrem Hochschieben den Seitendruck aufnehmen.

Selbstverständlich ist bei dem Umlegen des Hebels 15 auch die eine Scheerenhälfte des Distanzsignals aufwärts bewegt worden; da aber die von Monument zu stellende zugehörige Hälfte unserer Annahme zufolge nicht hochgedreht wurde, so bleibt dieses Signal auf »halt« stehen.

Will Monument beide Flügel auf Fahrt gestellt wissen, so müssen dort die Hebel 1 und 2 umgelegt werden; Cannon Street vermag dann mittels des Hebels 15 beide Signale gleichzeitig herunterzulassen.

Die Signalwärter der Joint Line müssen hiernach für jeden Zug 4 Signalhebel bewegen, jeden davon einmal auf »Fahrt« stellen und sodann wieder auf »halt« zurücklegen; insgesammt sind also für einen Zug 8 Hebelbewegungen auszuführen. Der genannte Bahnabschnitt wird von nicht ganz 500 Zügen und Leerlokomotiven wochentäglich innerhalb 19 Stunden befahren, das macht in jeder Signalbude täglich rd. 4000 oder in der Stunde rd. 200 Hebelbewegungen. Hierzu kommt dann noch für jeden Zug oder Lokomotive das Glockensignal, das Einstellen der Blockirscheiben, sowie das Eintragen der Züge in das Zugbuch, sicherlich ein schwerer Dienst!

Anzuführen ist noch, dass die Signalbude der Station Cannon Street 18 Hebel im Stellwerk enthält, die von 1 bis 18 nummerirt sind. Ihre Bestimmung ist aus der Figur 55 zu ersehen, welche letztere ich gleich mehreren anderen dieses Abschnitts den Herren Saxby und Farmer in London verdanke. Die in Fig. 55 bei den einzelnen Signalen und Weichen eingetragenen Nummern bezeichnen die zugehörigen Hebel im Stellwerk.

Station Cannon Street enthält:

4 Weichenhebel . (No. 7 bis 10)
8 Signalhebel . . (No. 1 bis 4 u. 15 bis 18)
6 Reservehebel . (No. 5 bis 6 u. 11 bis 14).

Station Monument enthält 17 Hebel, davon sind

4 Weichenhebel . (No. 7 bis 10)
9 Signalhebel . . (No. 1 bis 4 u. 13 bis 17)
4 Reservehebel . (No. 5 bis 6 u. 11 bis 12).

Die Reservehebel sind unbenutzt.

Das doppelflügelige Abfahrtsignal von Mark Lane für die Richtung nach Monument steht ausnahmsweise an der rechten Seite des Geleises; infolgedessen ist an der linken Seite noch ein besonderes Distanzsignal (No. 15, Inner Distant) in Gestalt einer Grundlaterne aufgestellt, welches das Signal des eigentlichen am Maste sitzende Distanzsignals (No. 17, Outer Distant) wiederholt.

Auch sonst kommen noch hier und da, durch die Oertlichkeit bedingt, Abweichungen von den allgemeinen Regeln vor, auf die hier jedoch nicht weiter eingegangen werden soll.

In die Schubstangen der Signalflügel ist je ein elektrischer Kontakt eingeschaltet (Fig. 56), der die oben erwähnten runden Indikatorscheiben in den Signalbuden einstellt und dem Wärter den Stand der Flügel sichtbar macht. In bezug auf die Slotted Signals sei bemerkt, dass sie bis auf Entfernungen von 1000 Yards = rd. 900 m in der in den Figuren 56 bis 60 dargestellten Weise mit mechanischem Schloss (Mechanical Slot) und mittels direkter Leitung vom Stellwerk betrieben werden. Für gröfsere Entfernungen gelangen Signale mit elektrischem Schloss (Electric Slot) zur Anwendung. Diese sind auf den Untergrundbahnen nicht in Benutzung, da die hier gegebenen Blockstrecken die vorgenannte Anordnung zulassen. Das Mechanical Slot ist einfach in der Anordnung und sicher in seiner Wirkung. Es wird in England auch bei Masten mit nur einem Flügel verwandt. Hier gelangt dem entsprechend dann auch nur ein Scheerenpaar zur Anwendung, vorausgesetzt, dass nur zwei Signalwärter das Signal bedienen. — Die Slotted Signals sind für Strecken mit starkem Verkehr ein sehr wertvolles Sicherungsmittel. Vielleicht findet sich auch bei uns Gelegenheit, sie zu erproben und für besondere Fälle einzuführen.

Schliefslich muss noch zweier Signalisirungsformen der Untergrundbahnen gedacht werden, die auch auf anderen englischen Bahnen mehrfach in Anwendung stehen, auf deutschen Bahnen aber unbekannt sind.

1. **Stabsystem.** Auf der eingeleisigen Schlussstrecke der Hounslow Line (Lampton Junction — Hounslow Barracks Station)[1]) wird der Zugdienst mittels des sogen. Zugstabes (Train Staff) gesichert. Es ist ein runder, rot gestrichener Stab von etwa 35 cm Länge und trägt die Bezeichnung »Hounslow Barrack Station and Lampton Junction«. Wenn der Stab nicht benutzt wird, ist er stets in einer der beiden Signalbuden jener Strecke auf einer Stütze in Verwahr. Ohne diesen Stab darf kein Lokomotivführer abfahren, und der Signalwärter wiederum darf keinem Zuge und keiner Loko-

[1]) Z. 1891 S. 152.

motive das Ausfahrtsignal geben, bevor er sich nicht überzeugt hat, dass der Führer im Besitze des Stabes ist. Da nur ein einziger Stab vorhanden, so können niemals 2 Züge gleichzeitig sich auf dieser Bahnstrecke befinden. Zusammenstöfse werden also vermieden.

Aufser durch den Zugstab wird hier der Betrieb auch gleichzeitig noch durch das Bloksystem und die Distanz-, Stations- und Abfahrtsignale gesichert; aber nur der Besitz des Stabes allein ermöglicht dem Lokomotivführer, das Ausfahrtsignal zu erhalten.

Das Stabsystem ist nur für Bahnen mit verhältnismäfsig geringem Verkehr angezeigt. Auf diesen ist es mit Vorteil auszunutzen. So wird beispielsweise auf der schmalspurigen Festiniog-Bahn in Nordwales (Spurweite 591 mm!) seit Jahren der Zugdienst (Personen- und Güterzüge) in dieser Weise gesichert.

2. Pilotman. Die eingeleisige Verbindungsstrecke der Reparaturwerkstätte und der Lokomotivschuppen der District-Bahn in Lillie Bridge Yard mit der West Kensington-Station [1]) wird täglich von einer gröfseren Zahl von Kohlen- und Leerzügen, sowie besonders Leerlokomotiven befahren. Hier würde das Stabsystem zu zeitraubend sein, da der Zugstab immer erst wieder von der einen Station zu der anderen zurückgebracht werden muss, ehe von letzterer ein zweiter Zug abfahren kann. Es ist deshalb ein besonderer Beamter, Pilotman (Lootse oder Führer) genannt, vorhanden, der im Vereine mit dem Signalwärter den Zugdienst regelt. Er ist kenntlich durch ein rotes Schild mit der Bezeichnung »Pilot«, das er am linken Arme trägt.

Kein Zug und keine Lokomotive darf die genannte Strecke befahren, wenn nicht der Pilotman die Begleitung übernimmt oder persönlich dem Führer das Abfahrtzeichen giebt. Thunlichst soll jener jeden Zug begleiten; wenn jedoch zwei oder mehrere Züge bezw. Lokomotiven von derselben Station abfahren, ehe aus der entgegengesetzten Richtung ein Zug zu erwarten ist, so muss er persönlich den Lokomotivführer mit der nötigen Anweisung zum Abfahren versehen und selbst mit dem letzten Zug oder der letzten Lokomotive mitfahren. Der Pilotman vertritt hier also gewissermafsen den Zugstab, nur dass mehrere Züge derselben Richtung nach einander fahren können ohne seine Mitnahme. Zusammenstöfse sind auch hier unmöglich, so lange die Beamten die gegebene höchst einfache Vorschrift befolgen. Das Schild wird während der Nichtbenutzung in der Signalbude von West Kensington aufbewahrt. Es darf nur um den Arm getragen werden. Ein Vorzeigen des losen Schildes ist für den Führer nicht mafsgebend.

[1]) Z. 1891 S. 152.

Wie im vorigen Fall ist auch hier gleichzeitig noch das Blocksystem mit den Mastensignalen in Anwendung.

Die Ausübung des Zugdienstes mittels Pilotman war früher auch auf der Tunnelstrecke der St. John's Wood Line: Baker Street — Swiss Cottage vor dem Ausbaue des zweiten Geleises in Anwendung. Infolge der hier zu fahrenden zahlreichen Züge waren 2 Pilotmen thätig, der eine zwischen Baker Street und St. John's Wood Road, der andere zwischen der letzteren Station und Swiss Cottage. Der eine war hierbei durch einen roten Schulterriemen, der andere durch einen blauen kenntlich gemacht. Das Verfahren hat sich hier gut bewährt.

Derartige Pilotmen treten auch auf den zweigeleisig ausgebauten Strecken in Thätigkeit, sobald ein Geleis zeitweilig unfahrbar wird.

IV. Betriebsmittel und Reparaturwerkstätten.

Betriebsmittel der Untergrundbahnen.

a) Lokomotiven.

Bei Aufstellung des Bauplanes der ältesten Strecke Edgware Road-King's Cross hatte, wie schon im Abschnitt II näher ausgeführt ist, die Absicht vorgelegen, die Bahn durch Heifswasserlokomotiven zu betreiben. Die Züge waren aus der Lokomotive und 3 einschl. der Nutzlast zusammen rd. 20 t schweren Wagen bestehend gedacht, die sich in 5 bis 10 Minuten folgen und abwechselnd an jeder zweiten Station halten sollten.

Die erste Heifswasserlokomotive wurde im Jahre 1861 in der bekannten Lokomotivfabrik von Stephenson & Co. in Newcastle-upon-Tyne fertiggestellt. Sie besafs eine kleine Feuerbüchse und im Langkessel eine mit feuerfesten Steinen ausgefüllte Heizkammer. Der leitende Gedanke hierbei war der, die Lokomotive auf den zu Tage liegenden Strecken in gewöhnlicher Weise mit Koksfeuerung und voller Dampfausströmung arbeiten zu lassen, gleichzeitig aber hierbei so stark zu feuern, dass die Steinkammer in Weifsglut geriete und dadurch ein auf den Tunnelstrecken in Wirksamkeit tretendes Wärmemagazin würde. Bei der Tunnelfahrt sollten die Schornstein- und Aschklappen dicht geschlossen werden, um das Entweichen der Feuergase aus der glühenden Koksmasse zu hindern, während der verbrauchte Dampf in einem Einspritzkondensator niedergeschlagen werden sollte. Nach den Angaben von Baker hatte die Lokomotive eine vordere Laufachse, 2 gekuppelte Treibachsen mit 1,8 m grofsen Rädern und Dampfcylinder von 381 mm Dmr. und 610 mm Hub. Der Kessel enthielt 189 Siederöhren von 51 mm

Fig. 61.
Ansicht der District-Lokomotive.



Dmr. und 788 mm Länge. Die Heizfläche in der Feuerbüchse betrug 7,71 qm, in der Steinkammer 21,31 qm und in den Heizröhren 24,06 qm, also insgesammt 53,14 qm; die Rostfläche war 1,23 qm grofs gewählt. Das Gewicht der Lokomotive war 32 t, das des Tenders einschl. 6,36 cbm Wasser 14 t; die Beschaffungskosten beliefen sich auf etwas über 90 000 *M.*

Die erste Probefahrt zeigte jedoch schon die verfehlte Anordnung. Die Fahrt auf offener Bahn war zwar im allgemeinen zufriedenstellend, allein die mit geschlossenen Aschklappen und arbeitender Luftpumpe misslang gänzlich. Das Kondenswasser geriet ins Kochen, und als beim Versagen der Kesselspeisepumpe das Feuer herausgezogen werden musste, erwies sich die heifse Steinmasse in der Heizkammer als eine nicht unbedenkliche Gefahrquelle.

Es wurde seitens der genannten Lokomotivfabrik ein anderer Entwurf ausgearbeitet, der jedoch nicht weiter zur Ausführung gelangte; denn mittlerweile hatte die Great Western- und etwas später die Great Northern-Bahn Anschluss an die von Paddington bis zur City fertiggestellte Metropolitan-Bahn erlangt, wodurch die Verwendung von Lokomotiven gewöhnlicher Feuerung notwendig wurde. Anfangs übte die erstere Bahn allein den Betrieb mittels ihrer breitspurigen Lokomotiven und Wagen aus, sodann eine Zeit lang die Great Northern mit normalspurigen Fahrzeugen. Die von beiden Eisenbahngesellschaften hierbei verwandten sechsrädrigen Tendermaschinen erwiesen sich jedoch für den ungewöhnlich stark anwachsenden Verkehr der neuen Bahn zu schwach.

John Fowler stellte nun im Verein mit der Lokomotivfabrik von Beyer & Peacock in Manchester einen Entwurf auf, nach welchem die jetzt noch im Betrieb befindlichen schweren Tenderlokomotiven ausgeführt wurden, und der sich durch die Erfahrung seither vollstens bewährt hat. Die Maschinen liefern nach den mir zu teil gewordenen Mitteilungen ausgezeichnete Ergebnisse und sind von grofser Leistungsfähigkeit. Die vor 4 Jahren seitens der District-Bahn beschafften Lokomotiven sind gleicher Bauart, wie die zuerst angelieferten und weisen nur geringe, durch die Praxis erprobte Aenderungen gegen diese auf. Gleiches gilt von den Metropolitan-Lokomotiven, die sich von jenen nur durch einige Nebenteile, wie Bremsanordnung, Schutzdach usw., unterscheiden.

Auf Tafel VI ist die District-Lokomotive im Längeschnitt und Grundriss näher dargestellt, während Textfig. 61 eine äufsere Ansicht wiedergiebt. Wie hieraus ersichtlich, besitzt die Lokomotive ein vorderes zweiachsiges Drehgestell und 2 gekuppelte Achsen. Die beiden Wasserkasten liegen seitlich des Kessels, der Kohlenkasten hinten quer zur Längsachse. Die Dampfcylinder sind aufsenliegend — eine sonst in England weniger beliebte Anordnung — und mit 1 : 9 gegen die Wagerechte geneigt, um für die Achsen des Drehgestelles und die Steuerungsteile den erforderlichen Raum zu gewinnen. Der Cylinderdurchmesser beträgt 432 mm, der Hub 610 mm. Die Steuerung ist nach Allan ausgeführt und wird durch ein auf der linken Seite des Führerstandes befindliches Händel in einem Gradbogen mit 17 Zahnlücken verstellt.

Der Gesammtradstand ist grofs gewählt, was zum ruhigen Gange nicht unwesentlich beiträgt. Der Radstand der gekuppelten Achsen beträgt 2,692 m trotz der sehr zahlreichen und scharfen Geleiskrümmungen der Untergrundbahnen. Die Laufachsen haben nur 1219 mm Abstand. Der Radstand der gekuppelten Achsen weicht bei den neueren Lokomotiven etwas von dem der älteren ab; er ist nebst dem Durchmesser der Räder aus den Fig. 66 bis 69 ersichtlich.

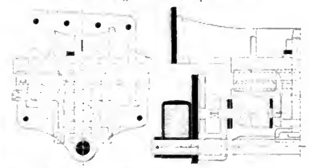
Bei den älteren Lokomotiven war bis vor etwa einem Jahre das Drehgestell nach der von Bissel angegebenen Anordnung ausgeführt. Die Laufachsen waren hierbei in einem besonderen Rahmengestell unterhalb der Rauchkammer gelagert, das sich um einen Mittelzapfen drehen konnte, während es gleichzeitig um einen weiter rückwärts gelegenen Drehpunkt eine Bogenbewegung auszuführen vermochte. Infolge dessen konnten die Laufachsen sich nicht nur zur Bahnkrümmung einstellen, sondern sich auch seitlich verschieben, was für ein zwangloses Durchfahren der Kurven vorteilhaft und notwendig ist. Um diese Achsen beim Austritt aus den letzteren wieder in die zur Längsachse der Maschine senkrechte Lage zurückzuführen, waren beiderseits des Drehgestellzapfens nahe den Hauptrahmen Keilflächen angeordnet, in die entsprechend geformte, das vordere Lokomotivgewicht aufnehmende Keilstücke eingriffen. Bei ihrem Eintritt in die Kurve wurde die Lokomotive dadurch angehoben; bei ihrem Austritte zwang das Maschinengewicht das Drehgestell in die normale Lage zurück.

Dieses Einstellen der Achsen erfolgte jedoch nach den in den Hauptwerkstätten zu Neasden (Metropolitan-Bahn) und Lillie Bridge Yard (District-Bahn) gemachten Angaben ruckweise, was die Abnutzung der Lokomotivteile (Radreifen, Achslager usw.) ungünstig beeinflusste. Infolgedessen führten beide Bahngesellschaften das eine sanftere Einstellung ermöglichende Adams-Gestell ein, mit welchem jetzt sämmtliche Lokomotiven — 66 der Metropolitan-Bahn und 54 der District-Bahn — ausgestattet sind, und das auch bei zahlreichen englischen Hauptbahnlokomotiven zur Anwendung gelangt ist. Uebrigens nutzen sich die Drehgestell-Radreifen auch bei dem Truck von Bissel im ganzen verhältnismäfsig nur sehr langsam ab. Nach einer von Herrn Lange, Chefingenieur der Beyer & Peacock'schen Lokomotivfabrik, dem Verfasser gewordenen Mitteilung hatten die älteren Lokomotiven noch die ursprünglichen Radreifen, nachdem sie bereits etwa eine Million Kilometer auf den so kurvenreichen Bahnen zurückgelegt hatten.

Bei dem Adams-Gestell ist der hohle gusseiserne Drehzapfen in einem besonderen Gehäuse zwischen den beiden Laufachsen gelagert, das auf der mittleren Querverbindung des Drehgestelles ruht und letzterem eine seitliche Verschiebung gestattet. Der Zapfen ist mittels Flanschrippen an den Hauptrahmenplatten der Lokomotiven festgeschraubt und überträgt das vordere Lokomotivgewicht durch das Gehäuse auf das Drehgestell. Als elastisches Zwischenmittel ist eine runde, 127 mm starke Gummischeibe von 610 mm Dmr. zwischen Zapfen- und Gehäuseflansch eingeschaltet. Neuerdings wird das Gummi seiner schnellen Abnutzung wegen bei der District-Bahn durch eine hölzerne (Tafel VI), bei der Metropolitan-Bahn durch eine oben gusseiserne, unten aus Holz gebildete Zwischenlage (vergl. Fig. 62) ersetzt. Das Ganze wird durch

Fig. 62.

Lokomotiv-Drehgestell der Metropolitan-Bahn.



einen 76 mm starken Bolzen in senkrechter Richtung zusammengehalten. (Die Holzscheibe der District-Lokomotiven besteht aus 4 halbkreisförmigen Buchenholzstücken, deren Fugen unter 90° gegen einander versetzt sind. 12 Schrauben und ein Schrumpfband halten die Stücke zusammen.) Diese hölzerne bezw. gusseiserne Scheibe ist gewissermafsen nur ein Notbehelf; bei neu zu beschaffenden Lokomotiven gleicher Bauart wird unter entsprechender Verminderung ihrer Dicke eine Rotguss-Zwischenlage Verwendung finden.

In der Querrichtung der Lokomotive ist auf jeder Seite zwischen Drehgestellrahmen und Zapfengehäuse eine Gummifeder (Tafel VI), neuerdings bei einem Teil der Metropolitan-Lokomotiven eine Spiralfeder, Fig. 62, angewandt, für die das Gehäuse als Widerlager dient. Da das Drehgestell in der Querrichtung der Maschine verschiebbar ist, so können die Laufachsen sowohl eine Drehbewegung als eine Seitenverschiebung ausführen, also verhältnismäfsig zwanglos die Geleiskurven durchfahren. Die Verschiebung tritt allerdings

erst bei einer auf die Spiralfedern wirksamen Horizontalkraft von rd. 650 kg ein, und ihr gröfster Wert beträgt ungefähr 50 mm nach jeder Seite. Die Federspannung bewirkt die Zurückführung des Drehgestells in seine Normallage.

Die Lastübertragung auf die Laufachsen erfolgt durch zwei Tragfedern von je 19 Lagen. Die unterste Lage hat $^{9}/_{16}$" (Metropolitan) bis $^{5}/_{8}$" (District) = 14,3 bis 16 mm Stärke, die übrigen 18 Lagen haben eine solche von $^{7}/_{16}$" = 11,1 mm; sämmtliche Lagen sind 114 mm breit. Die Tragfedern der gekuppelten Achsen besitzen je 18 Lagen von $^{1}/_{2}$" = 12,7 mm Stärke und 114 mm Breite. Sie liegen unterhalb der Achsbüchsen und sind durch seitlich des Aschenkastens angeordnete Ausgleichhebel mit einander verbunden. Letztere sind sonst bei englischen Lokomotiven selten anzutreffen.

Die Laufachsen sind aus Schweifseisen mit gehärteten Schenkeln; die Treib- und Kuppelachsen sind gleich den Radreifen aus Vickers' Stahl; erstere haben Achsbüchsen aus Bronze mit Weifsmetallausguss, letztere solche aus Stahlguss und Bronzelagerschalen mit Weifsmetalleinlage.

Der **Kessel** ist aus Lowmoor-Blech hergestellt, bei den neuesten Ersatzkesseln der Metropolitan-Bahn aus Stahl und wie der unserer Normallokomotiven ohne überhöhte Feuerkiste. Vorn befindet sich ein Dom, auf dem Hinterkessel ein Mannloch, dessen Verschluss bei den neueren District-Lokomotiven 2 Ramsbottom'sche Sicherheitsventile trägt. Bei den älteren Lokomotiven dieser Bahn sowie bei den Metropolitan-Lokomotiven befinden sich die Ventile auf dem Dom, Fig 63. Der Kesselüberdruck beträgt 9 t kg/qcm. Die Quernähte des Langkessels sind mittels Ueberlappung in einfacher Nietung ausgeführt, die Längsnähte ebenfalls einfach, aber mittels doppelter Laschen. Diese letztere Nietanordnung wird in England ziemlich allgemein angewandt, weil durch sie der kreisförmige Querschnitt am genauesten hergestellt werden kann.

Fig. 63.

Verstärkung des Blechausschnittes unter dem Dom.

Eigentümlich ist bei den Metropolitan-Lokomotiven die Verstärkung des Blechausschnitts unter dem Dom, Fig. 63.

Die Hinterkesselwand und Rauchkammer-Rohrwand sind durch 15 schweifseiserne Längsanker von 28,5 mm Dmr. mit einander verankert; die kupferne Feuerbüchsdecke ist durch 8 Deckenbarren abgesteift, von denen 6 an dem Kesselmantel aufgehängt sind, derart, dass sie der Ausdehnung und Zusammenziehung der Feuerbüchse folgen können. Die kupfernen Stehbolzen sind sämmtlich 22,2 mm stark und ungefähr 100 mm von einander entfernt. Der Kessel enthält 164 messingene Sideröhren von 50,8 mm äufserem Durchmesser und 3210 mm freier Länge zwischen den Rohrwänden. Zur Verminderung der Wärmeausstrahlung ist der Kessel mit Holz umhüllt, auf das sich das Bekleidungsblech legt.

Bemerkt sei die Anordnung eines sogen. Bleipfropfens in der Decke der Feuerbüchse, wie bei englischen Lokomotiven üblich, wodurch die Gefahr des Ausglühens der letzteren gemindert werden soll. Sinkt der Wasserstand bis zur Feuerbüchsdecke, so schmilzt der Pfropfen infolge der eintretenden höheren Temperatur, der eindringende Dampfstrom löscht die Feuerung. Fig. 64 zeigt diesen Pfropfen; er wird mittels einer ihn umgebenden Rotgusshülse in die Decke geschraubt.

Fig. 64.

Schmelzpfropfen der Feuerbüchsdecke.

Die gesammte feuerberührte Fläche beträgt 94,4 qm, wovon 9,75 qm auf die kupferne Feuerbüchse entfallen; die Rostfläche ist 1,74 qm grofs, ihr Verhältnis zur Heizfläche st $R : H = 1 : 54$. Die Verdampfungsfähigkeit des Kesselsikann daher, namentlich auch mit Rücksicht auf die

Fig. 65.

Kondensdiagramm.

verhältnismäfsig grofse direkte Heizfläche sowie die geringe Länge der Siederohre, als eine gute bezeichnet werden; sie wurde auch gelobt.

Damit die Luft in den Tunneln möglichst wenig verunreinigt werde, besteht die Vorschrift, auf bestimmten Geleisabschnitten die Kondensationsvorrichtung zu benutzen. Diese wird im wesentlichen aus zwei wagerecht liegenden Flachschiebern (ähnlich unseren älteren Regulatorschiebern) gebildet, deren Gehäuse am Ausströmungsstutzen der Dampfcylinder beiderseits der Rauchkammer angebracht sind. An jedes dieser Gehäuse schliefst sich sowohl das Ausströmungsrohr zu dem Exhaustor wie das nach dem Wasserbehälter führende Abdampfrohr an. Je nachdem die Schieber eine ihrer beiden Endlagen einnehmen, stehen die Cylinderausströmungen mit dem Schornstein oder dem Tenderwasser in Verbindung. Die Bewegung beider Schieber erfolgt gleichzeitig mittels Zugstange und Doppelhebels vom Führerstande aus. Der in den Wasserbehältern nicht kondensirte Dampf entweicht durch 2 Röhren, welche bei der District-Bahn oberhalb des Kessels in ein gemeinschaftliches Mündungsstück auslaufen (s. Fig. 61). Die Metropolitan-Bahn hat diese Anordnung jetzt verlassen, da nach ihren Erfahrungen getrennte Röhren sich besser bewähren sollen. Die beiden Kondensrohre sind aus Kupfer gefertigt und gegen die Wasserbehälter durch gusseiserne Stopfbüchsen abgedichtet.

Diejenigen Bahnstrecken, auf denen kondensirt werden muss, sind den Führern durch das sogenannte Kondensdiagramm bekannt gemacht. Es hängt in dem Werkmeister- bezw. Führerzimmer der Lokomotivschuppen aus. Ein Stück davon giebt Fig. 65 wieder, und zwar die Innenring-Strecke der District-Bahn: South Kensington—Mansion House nebst einem Teil des gemeinschaftlichen Abschnitts bis St. Mary's und den wichtigeren Teil der East London-Bahn. Rechts in der Figur zwischen Wapping und Rotherhithe ist der Brunelsche Themsetunnel [1]) zu denken, während über dem zwischen Wapping und Shadwell liegenden mit $\Gamma : \infty$ bezeichneten Abschnitt das oben näher erörterte 190 m breite Londoner Dock [2]) sich befindet.

Die Kondensstrecken sind durch einen dicken Strich in der Tunnelmitte angedeutet. Sie sind stellenweise von beträchtlicher Länge, z. B. zwischen Charing Cross und Mansion House und zwischen letzterer Station und Mark Lane, ein Zeichen dafür, dass die Lokomotiven verhältnismäfsig lange ohne kräftigen Luftzug in der Feuerbüchse arbeiten müssen, zumal auch die Strecken, auf denen mit voller Dampfausströmung gefahren werden darf, nur sehr kurz sind. Die in Fig. 65 eingetragenen Entfernungen sind der Tabelle I auf S. 16 bezw. der Airey'schen Eisenbahnkarte entnommen. Es sind abgerundete Werte.

Da das Speisewasser durch das Kondensiren sehr bald heifs wird, so muss es bei jedem Rundlauf der Lokomotiven auf dem Innenring, also innerhalb 70 Minuten, zweimal erneuert werden. Dieses erfolgt in High Street (Kensington) und Aldgate für die Richtung von Mansion House nach Aldgate (Innengeleis), dagegen in South Kensington und Aldgate für die umgekehrte Fahrrichtung (Aufsengeleis).

Die betreffenden Züge halten in diesen Stationen so, dass die Lokomotive neben dem Wasserkran sich befindet. Der Heizer öffnet hier sofort durch Drehen einer Spindel ein Auslassventil von 254 mm, das unterhalb des Führerstandes in dem Verbindungsrohr der beiden Wasserkasten eingeschaltet ist. Das heifse Wasser läuft in eine Grube aus, und kaltes wird durch den Kran eingenommen. Der Aufenthalt der wassernehmenden Züge beträgt in High Street 2 Minuten, in den beiden anderen weniger; eine gründliche Erneuerung des Wassers könnte daher für die Züge des äufseren Geleises bei dem kurzen Stationsaufenthalt nicht erfolgen; da aber einmal bei jeder Rundfahrt dieses erforderlich ist, so hat man in Bishopsgate, der letzten Station nördlich vor Aldgate, in ganzer Länge der Stationsgeleise eine ungefähr 100 m lange Feuergrube zwischen den letzteren angelegt, in die das heifse Wasser schon beim Eintritt der Lokomotive in die Station und während des Durchfahrens bis zum anderen Ende, an welchem sie hält, ausgelassen wird. Das Wasser fliefst aus der Grube nach einem Entwässerungskanal ab. In Aldgate wird dann frisches Wasser eingenommen, wobei der etwaige Rest an heifsem Wasser noch abfliefsen kann. Die Lokomotiven des inneren Geleises lassen hier ihr heifses Tenderwasser so weit als möglich während des Einnehmens von kaltem aus. Das Abwasser wird in einer besonderen 305 mm weiten Rohrleitung von Aldgate in die Themse geleitet, da die Kanalisationsbehörde s. Zt. beim Bau dieser Station die Einführung des heifsen Wassers in das städtische Kanalnetz nicht erlaubt hat.

Die Lokomotiven werden nach jeder zweimaligen Rundfahrt auf dem Innenring in High Street bezw. in South Kensington gewechselt. Die losgekuppelte Maschine fährt auf einen Nebenstrang, woselbst sie zwecks Einnahme von Kohlen, Erneuerung des Tenderwassers und Untersuchung der Maschinenteile eine zeitlang bleibt, um alsdann eine abermalige Doppelfahrt anzutreten.

Gefeuert wird mit Stückkohle aus Südwales, welche sehr geringen Schwefelgehalt besitzt. Sie wird zwar auch »Smokeless Steam-Coal« genannt, entwickelt jedoch einen leichten hellen Rauch.

Der Kohlenverbrauch ist mäfsig und beträgt z. B. auf dem Innenring durchschnittlich etwa 30 Pfd. auf die engl. Zugmeile, d. i. 8,4 kg auf 1 Zugkilometer oder 350 kg auf 1000 Achskilometer bei Zügen mit sechs 8rädr. Wagen bezw. 455 kg auf 1000 Achskilometer bei neun 4rädr. Wagen.

Dem Lokomotivpersonal sind Kohlenprämien bewilligt. Der Führer darf auf dem Innenring und der East London-Eisenbahn höchstens 32 Pfd. auf die Meile, d. s. 9 kg auf 1 Zugkilometer, oder 500 kg auf 1000 Achskilometer (2achs. Wagen) verbrauchen und höchstens 25 Pfd. auf die Meile, d. s. 7 kg auf 1 Zugkilometer, oder 390 kg auf 1000 Achskilometer auf den Zweigstrecken. Auf die gegen diese Sätze erzielte Ersparnis wird dem Führer monatlich ein bestimmter Betrag gezahlt, ebenso dem Heizer die Hälfte des letzteren. Aufserdem erhält der erstere eine kleine Prämie für pünktliche Beförderung der Züge. Sein Einkommen beträgt im übrigen 6 ℳ den Tag, das mit der Zeit auf 8 ℳ steigt; der Heizer bekommt 3,5 bis 4 ℳ täglich.

Die sonst bei den englischen Lokomotiven wohl allgemein üblichen Steingewölbe in der Feuerbüchse unterhalb der Siederöhren, welche auch die Königl. Eisenbahn-Direktion Magdeburg bei ihren sämmtlichen Lokomotiven seit langen Jahren mit bestem Erfolg in Anwendung bringt, und welche neuerdings auch die Königl. Direktion Hannover bei einer gröfseren Zahl von Lokomotiven eingebaut hat, haben bei den Lokomotiven der Untergrundbahn aufgegeben werden müssen, da die Gewölbe sich auf den Kondensstrecken zu sehr abkühlten und dann Siederohrlaufen veranlassten.

An Speisevorrichtungen besitzt der ältere Teil der Lokomotiven zwei durch Exzenter betriebene Pumpen; die neueren Lokomotiven aufserdem noch einen Gresham'schen Injektor, der jedoch während der Fahrt wenig gebraucht wird, da das Speisewasser aus den eben angegebenen Gründen leicht zu warm wird. Die mit dem Injektor ausgerüsteten Lokomotiven haben 3 Kesselspeiseventile, eins auf der linken, zwei nebeneinander auf der rechten Langkesselseite. Die Pumpen haben schweifseiserne Kolben mit gehärteter Oberfläche von 101,5 mm Dmr. und 127 mm Hub. Die Pumpenstiefel sind aus Kanonenmetall. Der Injektor ist bei den District-Lokomotiven unter dem Führerstande angebracht (Tafel VI), bei den Metropolitan-Maschinen neuerdings zwischen den beiden Pumpen an der Rahmenaussteifung.

Die Rahmen haben die Achsbüchsführungen aufgeschweifst, sodass sie an diesen Stellen 146 mm Stärke auf eine Länge von 435 mm aufweisen, während sie, abgesehen von der Uebergangslänge, im übrigen 25,4 mm dick sind. Diese Anordnung ist sonst im neueren Lokomotivbau aufgegeben. Unten werden Achsgabeln durch je zwei von Pressstücken umgebene kräftige Schraubbolzen abgeschlossen. Zwischen ihnen geht das Federgehänge hindurch.

Die Lokomotiven der Metropolitan-Bahn sind mit der Smith-Vakuumbremse, einer Spindelbremse sowie mit einem Luftsauger für die Luftleerbremse der Wagen ausgerüstet.

[1]) Z. 1891 S. 148.
[2]) Z. 1891 S. 357.

Die District-Lokomotiven besitzen aufser der Handbremse die einfache Westinghouse-Bremse. Bei dieser ist die Luftpumpe, Fig. 61, vorn am Langkessel, der Luftbehälter hinten unterhalb des Kohlenkastens angebracht. An letzterer Stelle liegt bei den Metropolitan-Lokomotiven der aus Gummistoff mit Spiraleinlage bestehende Smith'sche Bremscylinder, der sich beim Bremsen in der Querrichtung der Maschine von beiden Seiten zusammenzieht und mittels Ketten die Bremshebel anhebt. Er wird in kurzem durch den eisernen Cylinder der selbstthätigen Luftleerbremse ersetzt werden. Die Bremsklötze wirken einseitig auf die Treib- und Kuppelräder. Die District-Bahn verwendet eiserne, die andere teils hölzerne, teils eiserne Klötze.

Die beiden Wasserkasten fassen zusammen 5,45 cbm Wasser; der Kohlenkasten kann 27 Ztr. Kohlen aufnehmen.

Ein Schutzdach fehlt; statt dessen ist nur, wie es ja bei den älteren Lokomotiven allgemein üblich war, auf dem Hinterkessel der Metropolitan-Lokomotiven eine senkrechte, verhältnismäfsig niedrige Blechwand mit 2 Fenstern angebracht. Sie ist bei den District-Maschinen oben schräg nach hinten gebogen; auch ist bei diesen die hintere Kohlenkastenwand etwas höher geführt, um bei Rückwärtsfahrten einen (schwachen) Schutz zu gewähren. Seiner Zeit sind versuchsweise geschlossene Führerstände eingeführt worden; allein das Personal hatte in den Tunneln durch zu grofse Hitze zu leiden, namentlich aber durch die auf den Kondensstrecken infolge des schwachen Luftzuges an der Feuerthür austretenden Heizgase, die auch die Beobachtung der Signale erschwerten. Ebensowenig bewährten sich halbgeschlossene Führerstände. Auf den von diesen Lokomotiven auch befahrenen ausgedehnten, tunnelfreien Vorortsstrecken, wie beispielsweise Earl's Court—Wimbledon oder Finchley Road—Chesham, dürfte allerdings das Fehlen des gedeckten Führerstandes von dem Personal als Mangel empfunden werden.

Die Lokomotiven der Metropolitan-Bahn sind grün gestrichen, diejenigen der District-Bahn braun; bei letzteren sind auch die Achsen sowie die Innenflächen der Rahmenplatten mit einem hellroten Anstrich versehen, um Anbrüche leichter erkennen zu können und das Personal zur besseren Reinhaltung zu veranlassen.

Das Gesammtgewicht der neueren Metropolitan-Lokomotive beträgt im betriebsfähigen Zustande 47,34 t, welches sich auf die Achsen, wie folgt, verteilt:

Treibachse	=	18,88 t
Kuppelachse	=	18,45 «
Drehgestell	=	10,01 «

Die gekuppelten Achsen sind demnach ungemein stark belastet und dürften auch wohl die meistbelasteten unter allen englischen Lokomotivachsen sein. Ihnen entspricht der im Abschnitte III näher besprochene Oberbau.

Fig. 66.

Neuere Metropolitan-Lokomotive.

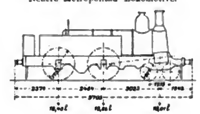


Fig. 67.

Aeltere Metropolitan-Lokomotive.

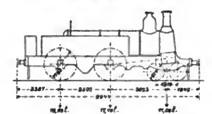


Fig. 68.

Neuere District-Lokomotive (betriebsfähig).

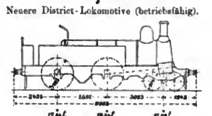
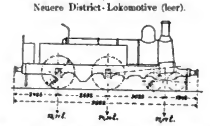


Fig. 69.

Neuere District-Lokomotive (leer).



Die ältere Metropolitan-Lokomotive wiegt 45,72 t, wovon 17,78 t durch die Treibachse, 16,92 t durch die Kuppelachse und 11,02 t durch die beiden Laufachsen auf die Schienen übertragen werden. Bei dieser erhält das Drehgestell ein gröfseres Gewicht als bei der neueren Maschine, deren Laufachsen etwas zu leicht belastet sein dürften.

Für die neue District-Lokomotive stellt sich bei betriebsfähigem Zustande der Schienendruck der einzelnen Achsen, d. h. bei 140 mm Wasserhöhe im Wasserstandsglase, 838 mm Wasserhöhe in den Wasserkasten und ungefähr 30 Ztr. Kohlen auf dem Rost und in dem Kohlenbehälter, zu:

Treibachse	18,34 t
Kuppelachse	17,88 »
Drehgestell	11,02 »
zusammen . .	47,34 t.

Im leeren Zustande wiegt diese Lokomotive 39,22 t, wovon die

Treibachse	14,34 t
Kuppelachse	13,71 «
und das Drehgestell	11,17 «

auf die Schienen übertragen.

Zur besseren Uebersichtlichkeit sind die 4 verschiedenen Achsbelastungen durch die Figuren 66 bis 69 veranschaulicht. Nachstehend sind die Hauptabmessungen der District-Lokomotive zusammengestellt:

Cylinderdurchmesser	432	mm
Kolbenhub	610	»
Gesammtradstand bis Mitte Drehgestell	5715	»
Radstand der gekuppelten Achsen	2692	»
» » Laufachsen	1219	»
Durchmesser der Treibräder	1765	»
» » Laufräder	914	»
Stärke der neuen Radreifen im Laufkreis } Treibräder . .	70	»
Stärke der neuen Radreifen im Laufkreis } Laufachsräder .	63,5	»
Breite sämmtlicher Radreifen	140	»
Kesseldurchmesser im mittleren Schuss	1219	«
Höhe der Kesselmitte über Schienen	2008	«
« des Schornsteins » »	3810	«
Durchmesser des Schornsteins an der engsten Stelle	350	«
» » » » » Mündung . .	426	«
» der Blasrohrmündung	133	«
Zahl der Siederöhren	164	«
Durchmesser (äufserer)	50,8	«
Freilänge	3210	«
Dampfdruck	9,1	Atm.

Länge zwischen den Bufferscheiben	9982 mm
gröfste Breite der Lokomotive	2667 «
Heizfläche, in der Feuerbüchse	9,75 qm
» » den Siederöhren	84,65 «
» gesammte	94,4 «
Rostfläche	1,74 «

In anbetracht des gewöhnlich zu befördernden Zuges von 6 achträdrigen oder 9 vierrädrigen Wagen mit einer mittleren Fahrgeschwindigkeit von 40 km erscheinen diese Lokomotiven ungewöhnlich kräftig. Die eigenartigen Betriebsverhältnisse der fraglichen Bahnen bedingen jedoch solch leistungsfähige Maschinen. Die zahlreichen Stationen liegen einander sehr nahe, die Fahrzeit beträgt für zahlreiche Strecken kaum $1^2/_3$ Minuten; dazu sind die Neigungs- und Krümmungsverhältnisse wenig günstig. Es ist daher bei dem aufserordentlich lebhaften Verkehr ein notwendiges Erfordernis, beim Anfahren der Züge möglichst geringe Zeitverluste aufkommen zu lassen. Dieses ist in vollstem Mafse erreicht. Die Lokomotiven ziehen rasch an und erlangen dank ihrer im Verhältnis zur Zuggeschwindigkeit grofs gewählten Treibräder in kürzester Zeit die vorgeschriebene Geschwindigkeit.

Eine einfache Rechnung lässt die Kraftverhältnisse erkennen:

Der mittlere Wert der Anzugskraft bestimmt sich aus der bekannten Gleichung:

$$Z_a = \eta \cdot p \cdot d^2 \frac{\pi}{4} \frac{l}{\vartheta},$$

worin η den Wirkungsgrad,
p » Dampfdruck,
d » Cylinderdurchmesser,
l » Kolbenhub und
ϑ » Treibraddurchmesser

bezeichnet. η ist $= 0{,}78$ zu setzen, der Dampfdruck beim Anfahren annähernd = dem Kesseldruck (9,1 kg), also mindestens etwa $= 9{,}1 \text{ kg} - {}^1/_2 \text{ kg} = 8{,}6 \text{ kg}$. Werden für d, l und ϑ die betreffenden Zahlenwerte in die obige Gleichung eingesetzt, so ergiebt sich:

$$Z_a = 0{,}78 \cdot 8{,}6 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 43{,}2^2 \cdot \frac{610}{1765}$$

oder $\qquad Z_a = \text{rd. } 3400 \text{ kg}.$

Der Zugwiderstand beim Anfahren eines Personenzuges mit straff gespannten Kupplungen kann nach Grove etwa gleich 20 kg für die Tonne Zuggewicht einschl. Lokomotive gesetzt werden. Bezeichnet nun

L das Eigengewicht der Lokomotive
Q » » des Wagenzuges und
w den Widerstand für die Tonne Zuglast,

so folgt aus

$$Z_a = (L + Q)\, w:$$

$$Q = \frac{Z_a}{w} - L.$$

Durch Einsetzen der betreffenden Werte erhält man

$$Q = \frac{3404}{20} - 47{,}24 = 123 \text{ t}.$$

Das Gewicht eines vollbesetzten District-Wagenzuges beträgt rd. 114 t, das eines stark überfüllten ungefähr 118 bis 120 t; mithin besitzt die vorliegende Lokomotive einen Ueberschuss an Anzugskraft, der auf die Zugbewegung beschleunigend einwirkt.

Die aus dem Adhäsionsgewichte sich ergebende Zugkraft beträgt für den günstigsten Fall — gefüllte Wasser- und Kohlenbehälter — unter Zugrundelegung eines Adhäsionskoëffizienten = 0,15

$$Z_1 = 0{,}15 \cdot 36\,220 = 5433 \text{ kg},$$

und für den ungünstigsten Fall — stark geleerte Wasser- und Kohlenkasten —

$$Z_2 = 0{,}15 \cdot 31\,000 = 4650 \text{ kg}.$$

Letzterer Wert ist für die Beurteilung der Lokomotive mafsgebend. Das Adhäsionsgewicht ist demnach reichlich grofs bemessen; es wird selbst bei ungünstigen Witterungsverhältnissen, bei denen der Adhäsionskoëffizient auf 0,11 sinken würde, noch genügen, um das schnelle Anfahren der Züge ohne Zuhilfenahme des Sandstreuers zu sichern.

Die Leistungen der Lokomotive sind verhältnismäfsig stark. Nachstehende Tabelle giebt einen Ueberblick der von den Lokomotiven beider Bahnen in einem Halbjahre zurückgelegten Kilometer. Aufserdem sind des Vergleiches wegen die in einem gleichen Zeitraume seitens der Berliner Stadtbahnlokomotiven geleisteten Kilometer aufgenommen.

Aehnliche Leistungen der Untergrundlokomotiven liegen für die anderen Halbjahre vor. Unter den 67 Lokomotiven der Metropolitan-Bahn befindet sich eine Rangirmaschine, welche vorzugsweise für die Rangirarbeiten in der Neasdener Hauptwerkstätte bestimmt ist und im Zugdienste keine Verwendung findet. Sie bleibt für die Tabelle IV aufser betracht. Auf der Berliner Stadtbahn wurden nach dem Archiv für Eisenbahnwesen 1888 von den mit doppeltem Personal besetzten 70 Lokomotiven 2 075 081 km während des Betriebsjahres 1886/87 zurückgelegt, wobei 23 460 432 Achskilometer befördert wurden. Der Verschiebedienst dieser Lokomotiven ist in der angezogenen Quelle nicht besonders berücksichtigt, sodass die Gesammtleistung in der vorstehenden Tabelle nicht angegeben werden konnte.

Tabelle III.

Bahnverwaltung	Zahl der vorhandenen Lokomotiven	Personenzug km	Güterzug km	Kieszug usw., Verschiebedienst km	Gesammtleistung km	Zeitdauer
Metropolitan-Bahn	67	1 701 263	8748	225 421	1 935 432	2. Halbjahr 1888.
District-Bahn	54	1 178 116	—	110 335	1 288 451	2. Halbjahr 1886. Güterzüge werden von der District-Bahn nicht gefahren.
Berliner Stadtbahn	70	1 037 540	—	?	—	Hälfte des Betriebsjahres 1886/87.

Bemerkenswert ist ein Vergleich der durchschnittlich auf jede Lokomotive entfallenden Kilometer. Unter Ansetzung von 4 Ruhetagen im Monat (was 160 Betriebstage im 2. Halbjahr ergiebt) für jede dienstthuende Lokomotive und unter Berücksichtigung eines Reparaturstandes von 20 pCt erhält man für die halbjährliche und tägliche Durchschnittsleistung, hierbei nur die gefahrenen Personenzugkilometer in Ansatz gebracht, folgende Zusammenstellung:

Tabelle IV.

Bahnverwaltung	Zahl der dienstthuenden Lokomotiven	durchschnittliche Leistung einer Lokomotive in Personenzug-km	
		halbjährlich	täglich
Metropolitan-Bahn	53	32 000	200
District-Bahn	43	27 400	171,3
Berliner Stadtbahn	56	18 527	115,8

Hiernach werden die Lokomotiven der beiden Untergrundbahnen allein schon im Personenverkehr im Durchschnitt wesentlich stärker angestrengt als diejenigen der Berliner Stadtbahn. Dieses tritt noch schärfer zu Tage, wenn man die Gesammtleistung in betracht zieht. Ein unmittelbarer Vergleich lässt sich allerdings ohne weiteres zwischen London und Berlin nicht ziehen; denn während auf den Untergrundbahnen die Zugzahl an Sonntagen um rd. 42 pCt sinkt, wie im nächsten Abschnitt dargelegt ist, erfährt sie auf der Berliner Stadtbahn an diesen Tagen eine Verstärkung von

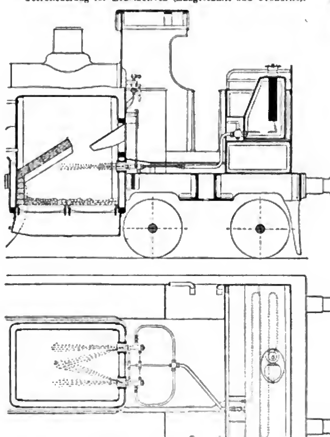
rd. 25 pCt. Auf den ersteren Bahnen wird daher der Lokomotivpark in der Woche während 6 Tage am stärksten beansprucht, in Berlin dagegen nur während eines Tages. Infolge dieser gänzlich verschiedenen Verkehrsverhältnisse muss die Berliner Bahn naturgemäfs hinsichtlich der Ausnutzung ihrer Lokomotivkraft ungünstiger dastehen als die Untergrundbahnen. Vernachlässigen wir für die letzteren den schwächeren Sonntagsbetrieb, so erhalten wir — für jede dienstthuende Lokomotive 160 Betriebstage gerechnet und die Gesammtleistung sowie die Zahl der Lokomotiven (abzüglich 20 pCt.) aus der Tabelle III entnommen — als durchschnittliche Tagesleistung einer Lokomotive bei der

Metropolitan-Bahn . 224,0 Lokomotiv-km.
District- » . 187,2 »

Selbstverständlich sind die Leistungen einzelner Lokomotivgruppen bei allen 3 Bahnen höher als die vorgenannten Durchschnittswerte. Namentlich werden die zur Beförderung der Ringzüge auf dem Innenring dienenden Lokomotiven stärker beansprucht. Diese machen wochentäglich 12 bis 15 mal die Rundfahrt, legen also rd. 250 bis 310 km zurück, wobei sie 4500 bis 5580 Achskilometer mit den aus 2 achsigen Wagen und 6000 bis 7000 Achskilometer mit den aus 4 achsigen Wagen gebildeten Zügen leisten. Sie sind mit doppeltem Personal besetzt, das sich mittags gegen 2 Uhr ablöst. Jedes Personal durchfährt also 6 bis 7 mal den Innenring und berührt dabei 162 bis 200 Stationen, gewiss kein leichter Dienst, zumal der Stadtbahnbetrieb im allgemeinen höhere Anforderungen an den Lokomotivbeamten stellt, als der Fernverkehr. Die durchschnittlichen Leistungen der Berliner Stadtbahn-Lokomotiven stiegen an einzelnen besonders verkehrsreichen Sonn- und Festtagen der guten Jahreszeit 1887 auf je 148,7 Lokomotivkilometer bezw. 2453,4 Achskilometer bei Ansetzung von 56 dienstthuenden Lokomotiven.

Fig. 70.

Teerölfeuerung für Lokomotiven (Längsschnitt und Grundriss).



Neuerdings beabsichtigte die Metropolitan-Gesellschaft, auf einem Geleisabschnitt ihres Netzes die Züge durch eine elektrische Lokomotive versuchsweise befördern zu lassen, deren Ausführung die Electric Traction Company in London übernommen hatte. Der Betrieb der Lokomotive sollte vorläufig mittels Akkumulatoren erfolgen; falls jedoch der Versuch günstig ausfiele, und die elektrische Zugbeförderung für das gesammte Untergrundnetz angenommen würde, sollte von den Akkumulatoren Abstand genommen werden.

Eine Hauptschwierigkeit bei der Anordnung der fraglichen Lokomotive bestand nach den halbjährlichen Berichten der

Fig. 71.

Teerölfeuerung einer District-Lokomotive (Längsschnitt durch die Feuerbüchse).

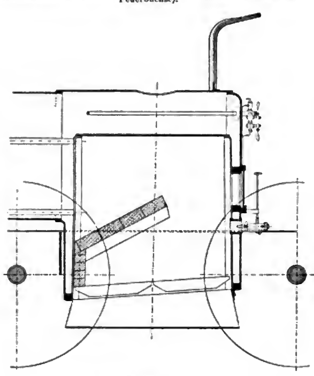
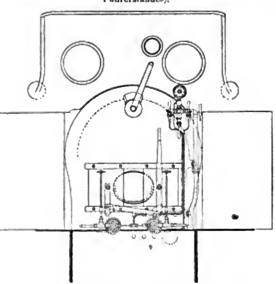


Fig. 72.

Teerölfeuerung einer District-Lokomotive (Ansicht des Führerstandes).



Metropolitan-Bahn vom 12. Juli 1888 bezw. 17. Januar 1889 darin, einen geeigneten Ersatz für den durch Dampf in Thätigkeit zu setzenden Ejektor der Vakuumbremse zu finden. Bedingung für die neue Lokomotive war, dass jegliche Aenderung bei den Wagenzügen, den Bremsmitteln usw. vermieden wurde. Es musste demnach eine geeignete Vorrichtung geschaffen werden, welche ohne Zuhilfenahme von Dampf die Bremscylinder und ihre Leitungen luftleer machte. Die genannte Elektrizitäts-Gesellschaft glaubte schon, diese Aufgabe in befriedigender Weise gelöst zu haben, konnte jedoch, wie die Metropolitan-Gesellschaft in ihrem Berichte vom 4. Juli 1889 bemerkt, nicht die vertragsmäfsig festgesetzte Zeit für den Beginn der versuchsweisen Ausführung des elektrischen Betriebes innehalten; das Abkommen mit ihr wurde deshalb gelöst. Leider wurde damit eine Hoffnung zu Grabe getragen, deren Verwirklichung im Interesse der Untergrundbahn-Reisenden zu wünschen gewesen wäre.

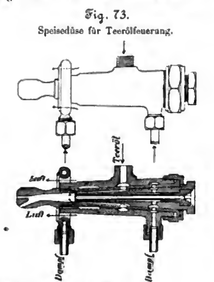
Auf der District-Bahn wurden im letzten Sommer (1890) Versuche begonnen, die Teerölfeuerung bei Lokomotiven einzuführen. Bekanntlich werden in dem grofsen Petroleumgebiete Südrusslands zahlreiche Lokomotiven — beispielsweise 143 Stück der Grazi-Tsaritsin-Eisenbahn — mit den Rückständen der Petroleumgewinnung geheizt, ebenso auch die stationären Kessel, die Schmelz- und Federöfen, Radreifenfeuer usw. der Werkstätten dieser Bahn.[1]) Auch in Pennsylvanien ist das russische, von Urquhart erfundene Heizsystem in gröfserem Mafsstabe bei Lokomotiven angewandt worden. Neuerdings hat Holden, Vorsteher der grofsen Werkstätten der Great Eastern-Bahn in Stratford bei London, dieses Verfahren für andere flüssige Brennstoffe, namentlich für Fettgasteer und die bei der Fettgasgewinnung in Frage kommenden Oele angepasst (s. a. Busley, Die Verwendung flüssiger Heizstoffe usw. Z. 1887 S. 989 u. f.).

Holden wurde 1886 auf die Verwendung des Fettgasteers für Lokomotivfeuerung dadurch geführt, dass die Great Eastern-Bahn gezwungen war, dieses in ihren Pintsch'schen Fettgasanstalten in Stratford gewonnene Material fortzuschaffen; es war bis dahin einfach verbrannt worden. Infolge Eindringens des Teers in die Entwässerungsröhren wurde ihr seitens der betreffenden Behörde das Verbrennen untersagt. Nach mannigfachen Versuchen gelang es Holden, diesen Brennstoff mit Erfolg bei der Dampfkesselfeuerung zu verwerten. Zur Zeit werden die Betriebskessel der Stratforder Werkstätten, Nietfeuer usw. auf diese Weise geheizt, ferner 3 Lokomotiven, und zwar eine Rangirmaschine, eine Tendermaschine für den Vorortsverkehr (zwischen Laughton und Enfield) und eine Lokomotive für den Schnellzugdienst zwischen Peterborough und Doncaster.

Fig. 70 zeigt die Anordnung der Great Eastern-Lokomotive, Fig. 71 und 72 die der District-Maschine.

Fig. 73.

Speisedüse für Teerölfeuerung.



[1]) Engineering 1889, I. S. 130 u. 153.

Das Eigentümliche des Holden'schen Systems besteht darin, dass auf dem Rost eine 7 bis 8 cm hohe Kohlenschicht unterhalten wird, oberhalb deren der Teer oder das Teeröl — green oil genannt — oder ein Gemisch aus beiden durch 2 injektorartige Düsenanordnungen mittels eines Dampfstrahles zerstäubt wird, Figur 73, während ein zweiter, nahe der Düsenanordnung durch einen Ring austretender Dampfstrahl dazu dient, die erforderliche Verbrennungsluft in die Feuerbüchse überzureifsen. Soll aus irgend einer Ursache nicht mit flüssigem Brennstoff gefeuert werden, so kann ohne weiteres die reine Kohlenheizung Platz greifen. Die einzige an einer Lokomotive für die Teerfeuerung zu treffende Aenderung besteht darin, dass unterhalb der Feuerthür zwei Rohrstutzen von 152 mm Durchmesser durch den Wasserraum, die kupferne und die eiserne Feuerkastenhinterwand eingezogen werden, durch die der Brennstoff in den Feuerraum eingeblasen wird.

Der gewöhnliche Rost sowie das durch eine untere Steinwand ergänzte Steingewölbe sind bei den Great Eastern-Lokomotiven belassen. Bei der District-Lokomotive hat man es für nötig befunden, die Einwirkung der sehr heifsen Flamme auf die kupferne Rohrwand und die Siederöhren auch durch ein Gewölbe und eine unterhalb desselben vor der Rohrwand angebrachte Steinlage abzuschwächen. Es ist hierbei zu bemerken, dass diese Lokomotive nicht auf den Tunnelstrecken, sondern auf der zu Tage liegenden Ealing-Linie zur Beförderung der Lokalzüge verwandt wird, also die Kondensvorrichtung nicht zu benutzen braucht, wodurch der Anlass zu dem oben erwähnten Abkühlen des Gewölbes beseitigt ist.

Der Dampf für die Düsen wird dem Kesseldom entnommen und nicht weiter überhitzt. Die Dampfzuströmung zu ihnen wird durch einen gemeinsamen, die zu den Ringen an der Mündung durch je einen besonderen Hahn geregelt. Der Behälter mit dem flüssigen Brennstoff liegt so hoch, dass letzterer von selbst den Düsen zufliefsen kann; er wird jeder Düse durch einen besonderen Hahn zugeführt. Um bei Frost das Brennmaterial erwärmen zu können, ist, wie in der Fig. 70 gezeichnet, ein durch Hahn abstellbares Dampfrohr in den Behälter eingeführt. Sämmtliche Oelrohre lassen sich zwecks ihrer Reinigung durch Dampf ausblasen.

Der gröfsere Teil des Rostes wird mit Kreide und Kalkstücken belegt, um nur wenig Luft von unten durch das feste Brennmaterial treten zu lassen. Die vordere Aschklappe ist jedoch etwas geöffnet, da sich dieses für eine gute Verbrennung des flüssigen Brennstoffes als zweckmäfsig erwiesen hat; auch wird nach Bedarf die Feuerthür mehr oder weniger geöffnet. Es ist bei diesem Heizsystem nur ein geringer Luftzug erforderlich; infolgedessen kann die Blasrohrmündung erheblich vergröfsert werden. Beispielsweise ist bei der Lokomotive mit 432 mm Cylinderdurchmesser und 610 mm Kolbenhub die Blasrohrmündung von 133 auf 152 mm erweitert worden. Hierdurch erwächst der anderweitige Vorteil des geringeren Rückdrucks auf die Kolben und weniger Flugaschenbildung. Um aber die Lokomotive für gewöhnliche Kohlenfeuerung benutzen zu können, ist es erforderlich, einen zweiten Exhaustor der normalen Weite so anzuordnen, dass er im Bedarfsfalle von aufsen mittels eines Hebels auf die Blasrohrmündung gesetzt werden kann.

Die in Fig. 70 dargestellte Great Eastern-Lokomotive besitzt einen Teerölbehälter von 0,95 cbm Fassungsraum. Diese Menge (etwa 1030 kg) genügt nach den freundlichst gemachten Mitteilungen des Herrn Holden für etwa 300 km im Vorortsverkehr bei einer Zugstärke von 15 Wagen. Es werden hierbei gleichzeitig 1280 kg Kohlen und 72 kg Kalk verbraucht, während bei gewöhnlicher Kohlenfeuerung ungefähr 2620 kg Kohlen erforderlich sind, wie Parallelversuche ergeben haben. Die Tonne Kohlen kostet 15 *M*, der flüssige Brennstoff — ein Gemisch aus $^2/_3$ Fettgasteer und $^1/_3$ Grün-Oel — 2,4 Pfg. das Liter und der Kalk 5,50 *M* die Tonne. Hierbei ergiebt sich eine kleine, allerdings unwesentliche Ersparnis bei der Teerölfeuerung. Die Vorteile liegen auf anderem Gebiete: Die Verbrennung ist bei richtiger Luftzuführung rauchlos, die Dampferzeugung kann jederzeit, z. B. bei Ruhepausen der Maschine, durch Abstellen eines Ventiles

oder Hahnes unterbrochen und ebenso leicht wieder aufgenommen werden; das Geräusch der Düsen ist nur gering.

Auch der Betriebskessel der Reparaturwerkstätte der District-Bahn wird mit flüssigem Brennstoff gefeuert. Der Kesselwärter pumpt hier das Oel und den Teer aus den aufserhalb des Kesselhauses liegenden Fässern nach dem seitlich über dem Dampfkessel gelegenen Behälter, aus welchem es den zwei Düsen zufliefst. Ich hatte mehrfach Gelegenheit, die leichte Handhabung der ganzen Einrichtung, das schnelle Abstellen und Wiederingangsetzen der Düsen usw. zu beobachten. Die Anlage macht einen günstigen Eindruck und arbeitete zur völligen Zufriedenheit der Werkstattsleitung.

b) Wagen.

α) Personenwagen. Sämmtliche Personenwagen sind nach dem Abteilsystem gebaut und je für die I., II. und III. Klasse, in kleiner Zahl für die I. und II. Klasse (Composite Carriage) eingerichtet.

Die Metropolitan-Gesellschaft besitzt 328 Wagen, und zwar:

62	Wagen	I. Klasse
38	»	I. u. II. »
77	»	II. »
151	»	III. »

Die District-Gesellschaft weist einen Bestand von 310 Wagen auf, von denen

77	Wagen	I. Klasse
118	»	II. »
155	»	III. »

sind.

Die Metropolitan-Bahn hatte bis vor kurzem — abgesehen von 13 älteren zweiachsigen Wagen — nur achträdrige Wagen von 12 m Kastenlänge in Benutzung. Jetzt laufen auf dem Innenring 3 Züge mit neuen zweiachsigen Wagen. Es sind von letzteren 27 Stück vorhanden, und zwar 15 Wagen III. Klasse und je 6 Wagen I. und II. Klasse. Vierachsige Wagen werden demnächst von der Metropolitan-Gesellschaft nicht mehr beschafft werden. Drehgestellwagen werden ihres gröfseren Eigengewichts wegen nicht beliebt; die vorhandenen »Achträder« durchlaufen die Kurven von 151 und 161 m Halbmesser weniger gut als die zweiachsigen Wagen. Die District-Bahn besitzt nur zweiachsige Wagen. Hierdurch erklärt sich zum teil auch der im Verhältnis zur Bahnlänge wesentlich stärkere Wagenpark der District-Bahn gegenüber dem der anderen Bahngesellschaft, der freilich auch durch die zahlreichen Lokalzüge der Abzweigstrecken jener Bahn bedingt ist.

In den Untergrundzügen laufen keine Schutz- bezw. Packwagen, sondern das erste Abteil des ersten und das letzte Abteil des letzten Wagens eines jeden Zuges dienen gewissermafsen als Schutzabteil. Beide Räume sind von den zwei zugbegleitenden Beamten besetzt und enthalten Handbremsen, welche in Notfällen von ihnen zu bedienen sind. Der eine (gröfsere) dieser Räume dient gleichzeitig auch zur Aufnahme von Gepäck, Frachtgut oder auch von Hunden, wie ich wahrnehmen konnte. Sendungen von Fischen, Fleisch oder Geflügel werden ebenfalls bis zu einer gewissen Menge zugelassen. Derartige Gepäck- und Frachtgutsendungen sind allerdings auf diesen Bahnen nur selten.

In Fig. 74 ist ein aus vierachsigen und ein aus den neueren zweiachsigen Wagen zusammengesetzter Metropolitan-Zug dargestellt. Die gezeichnete Zusammensetzung der Züge ist stets dieselbe; nur laufen auf dem äufseren Geleise des Innenrings — bei den »up trains« — die II. Klasse-Wagen nächst der Lokomotive und die III. Klasse-Wagen am Zugende, dagegen bei den Zügen des inneren Geleises — den »down trains« — in umgekehrter Folge. Die Züge bleiben gewöhnlich von einer Hauptrevision bis zur anderen zusammen, ohne in den Wagen losgekuppelt zu werden. Die älteren Züge bestehen aus 6 Wagen mit insgesammt $6 \times 4 = 24$ Achsen, die neueren Züge haben 9 Wagen mit zusammen 18 Achsen. Die District-Züge bestehen auf dem Innenring gewöhnlich aus 9 Wagen, auf den einzelnen Zweiglinien teilweis aus einer geringeren Zahl.

Fig. 74.

Zusammensetzung älterer und neuerer Züge der Metropolitan-Bahn.

Nachstehend sind hier die bei den Metropolitan-Zügen zwecks Vergleichs bemerkenswerteren Einzelheiten gegeben:

	vierachsige Wagen		zweiachsige Wagen	
Länge des Wagenzuges .	77,1 m		76,7 m	
Zahl der Wagen . . .	6 Stück		9 Stück	
Länge der Wagenkasten	12,04 m		8,23 m	
gröfster Radstand der Wagen	8534 mm		4267 mm	
Zahl der Abteile:				
	9 Stück	I. Kl.	8 Stück	I. Kl.
	11 »	II. »	9 »	II. »
	21 »	III. »	23 »	III. »
Zahl der Sitzplätze:				
	90 Sitze	I. Kl.	80 Sitze	I. Kl.
	110 »	II. »	90 »	II. »
	210 »	III. »	230 »	III. »
zusammen	410 »		400 »	
Gewicht des leeren Wagenzuges . . . . . . rd.	84 t		88 t	
Gewicht des voll besetzten Wagenzuges . . rd.	111 t		114 t	
durchschnittlich auf einen Reisenden entfallendes Eigengewicht des Wagenzuges . . . . . . rd.	205 kg		220 kg	

Hiernach ist die Zuglänge in beiden Fällen fast die gleiche, ebenso die Zahl der Sitzplätze. Das Gewicht stellt sich etwas ungünstiger für die aus zweiachsigen Wagen gebildeten Züge, dafür ist deren Widerstand in den Kurven und die Abnutzung geringer als bei den aus langen Wagen zusammengesetzten Zügen.

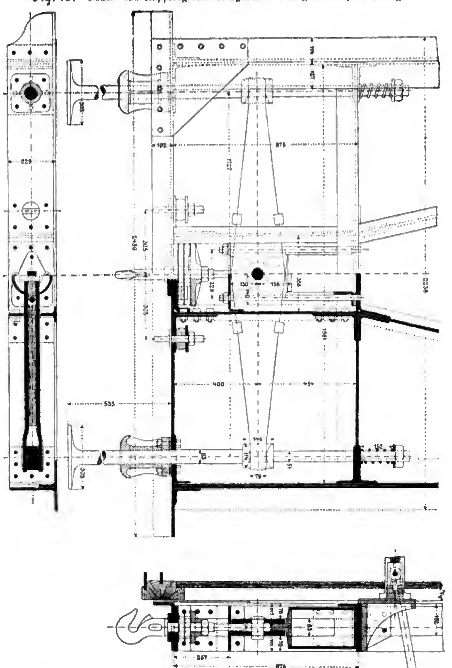
Die Zahl der Abteile beträgt bei den vierachsigen Wagen I. Kl. 6, bei denen I./II. Kl. 7 (3 I. und 4 II. Kl.) und bei den übrigen je 8, mit Ausnahme des einen Endwagens III. Kl. eines Zuges, der nur 6 Abteile enthält, dafür aber ein Dienstabteil von $9' \, 7\frac{3}{8}'' = 2930$ mm Länge. Der nächste an diesen Wagen gekuppelte Wagen III. Kl. enthält 7 Abteile und ein ebenfalls als Dienstraum vorgesehenes Abteil von 1457 mm Länge, um diesen Wagen im Bedarfsfalle auch als Endwagen benutzen zu können. Die zweiachsigen Wagen besitzen entweder 4 Abteile I. oder 5 II. Kl. bezw. III. Kl. Nur die beiden Endwagen enthalten 3 Abteile III. Kl. bezw. 4 Abteile II Kl. und je ein Dienstabteil, das bei dem III. Kl.-Wagen $10' \, 6'' = 3200$ mm, bei dem II. Kl.-Wagen dagegen nur $5' \, 2\frac{1}{2}'' = 1588$ mm lang ist. Der gröfsere Dienstraum dient gegebenenfalls auch zur Mitnahme von Hunden, einzelnen Gepäckstücken u. dergl.

In der Fig. 74 sind die Abteile und deren Scheidewände eingezeichnet. Letztere sind entgegen dem sonst beliebten englischen Gebrauche strenger Abgesondertheit in den Abteilwagen bei einem Teil der II. und namentlich der III. Klasse nur bis zu etwa $\frac{1}{2}$ der Abteilhöhe hinaufgeführt, angeblich zu dem Zwecke besserer Lüftung. Bei den neuen District-Wagen ist eine ähnliche Anordnung auch für die I. Kl. getroffen.

Die Abteillänge, in der Längsachse des Wagens gemessen, ist bei den neueren Wagen etwas gröfser als bei den älteren gewählt. Sie beträgt für die:

	vierachsigen Wagen	zweiachsigen Wagen
I. Klasse	$6' \, 4\frac{7}{8}'' = 1953$ mm	$6' \, 6\frac{1}{2}'' = 1993$ mm
II. »	$4' \, 9\frac{3}{8}'' = 1457$ »	$5' \, 2\frac{1}{2}'' = 1588$ »
III. »	$4' \, 9\frac{3}{8}'' = 1457$ »	$5' \, 2\frac{1}{2}'' = 1588$ »

Fig. 75. Buffer- und Kupplungsvorrichtung der vierachsigen Metropolitan-Wagen.



Das Eigengewicht der Wagen stellt sich wie folgt:

Metropolitan-Bahn.

		durchschnittl. auf 1 Reisenden entfallendes Wagengewicht
achträdrige Wagen I. Kl.	rd. 14,5 t	242 kg
» » II. » (ohne Dienstabteil)	rd. 14,5 t	181 »
» » III. » (ohne Dienstabteil)	rd. 13,5 t	170 »

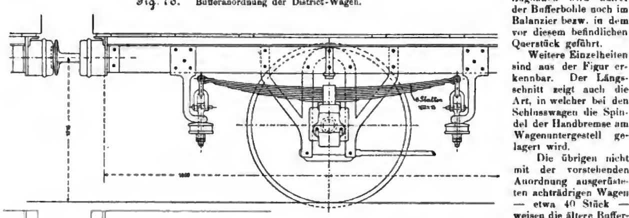
District-Bahn.

	ältere vierrädr. Wagen	neuere vierrädr. Wagen	desgl.
I. Kl.	8,68 t	10,31 t	$262^1/_2$ kg
II. Kl. mit Dienstabteil	8,84 »	9,95 »	249 »
II. Kl. ohne »	8,46 »	9,65 »	193 »
III. Kl. mit »	8,73 »	9,80 »	327 »
III. Kl. ohne »	7,92 »	9,35 »	187 »

Die verhältnismäfsig geringe Länge der Züge wird ermöglicht durch das enge Kuppeln der Wagen. Bei den vierachsigen Wagen hat man wegen des Einstellens der langen Wagenkasten in den scharfen Kurven den Abstand zweier benachbarter Stirnflächen gleich 30" bis 32" = 760 bis 812 mm genommen.

Fig. 75 zeigt die bei der Mehrzahl dieser Wagen zur Anwendung gelangte eigentümliche Buffervorrichtung. Die Bufferstangen werden an dem Kopfstück durch gusseiserne Hülsen geführt und übertragen die Stöfse auf einen gemeinsamen, wagerecht beweglichen Balanzier. Dieser wirkt seinerseits wiederum mittels eines in einem schweifseisernen Cylinder verschiebbaren Rotgusskolbens auf mehrere in diesem Cylinder untergebrachte Gummi- und Spiralfedern. Das in Kurven erfolgende ungleiche Zurück- bezw. Vorgehen beider Bufferstangen wird durch den senkrechten Mittelzapfen des Balanziers ermöglicht auf dessen äufsere Enden die Buffer zu gleichem Zweck mittels Cylinderflächen drücken. Die Dreh-

Fig. 76. Bufferanordnung der District-Wagen.



bewegung ist allerdings infolge der verschiedenen Geradführungen nur gering. Die Bufferstangen sind sehr lang gehalten (64" = 1625 mm) und an dem hinteren Ende durch Mutter mit Splint gesichert. Die Bufferscheiben stehen 535 mm gegen das Kopfstück und 412 mm gegen die Wagenstirnwand vor. Die Wagen werden durch Schraubenkupplung und Notketten mit einander verbunden. Durchgehende Zugstangen besitzen sie nicht. Der durch Gummifedern elastisch gelagerte Zughaken wird außer der Bufferbohle noch im Balanzier bezw. in dem vor diesem befindlichen Querstück geführt.

Weitere Einzelheiten sind aus der Figur erkennbar. Der Längsschnitt zeigt auch die Art, in welcher bei den Schlusswagen die Spindel der Handbremse am Wagenuntergestell gelagert wird.

Die übrigen nicht mit der vorstehenden Anordnung ausgerüsteten achträdrigen Wagen — etwa 40 Stück — weisen die ältere Bufferform auf, bei der jede Bufferstange hinter dem Kopfstück auf eine größere Anzahl durch Blechscheiben getrennter Gummiringe, ähnlich der Fig. 76, drückt, während sie vor dem Kopfstück nach Fig. 75 in gusseiserner Hülse geführt wird.

Bei den gekuppelten zweiachsigen Wagen beträgt der Zwischenraum zweier benachbarter Stirnflächen je nach der zur Ausführung gelangten Buffer- und Kupplungseinrichtung 8" bis 10" = 200 bis 254 mm. Vielfach besitzen die Wagen nach Fig. 76 an dem einen Kopfstück zwei elastische Buffer mit Gummifedern, dagegen an dem anderen zwei hölzerne Stofsplatten, auf welche die Bufferteller drücken. Die Bufferfedern liegen hierbei innerhalb des Untergestelles.

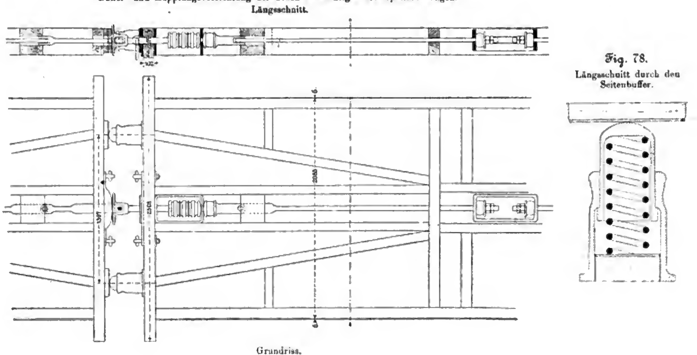
Statt der in dieser Figur gezeichneten hölzernen Bufferhülsen und Stofsplatten kommen auch solche von Gusseisen und in etwas zierlicheren Formen vor. Die Zugstangen gehen durch.

Bei den neuesten zweiachsigen Metropolitan-Wagen ist die in Fig. 77 im Längsschnitt und Grundriss wiedergegebene Buffer und Kupplungsvorrichtung zur Ausführung gelangt. Sie ist gewissermaßen eine Vereinigung des Einbuffersystems mit der Seitenbufferanordnung. Auch hier befinden sich die elastischen Buffer an dem einen Wagenende, die eisernen Stofsplatten an dem anderen. Die kleinen Seitenbuffer, Fig. 78, deren Abstand von einander 1397 mm beträgt, sollen ein

Fig. 77.

Buffer- und Kupplungsvorrichtung der neuen zweiachsigen Metropolitan-Wagen.

Längsschnitt.



Grundriss.

Fig. 78.

Längsschnitt durch den Seitenbuffer.

ruhigeres Durchfahren der Kurven bezwecken. Die durchgehenden Zugstangen besitzen je 2 Gelenke. Ein aus solchen Wagen zusammengesetzter Zug passt sich leicht den Kurven an und fährt sich auch sanft.

Die Kupplungsvorrichtung der zweiachsigen Wagen besteht entweder aus der in Fig. 77 dargestellten Vorrichtung einschl. zweier Notketten oder aus einem eisernen Bügel, der an den Zugstangenenden der Wagen mittels Bolzen gehalten ist, oder einfach aus einem schlank konischen Bolzen, welcher durch die Augen der beiden Zugstangenenden, von denen das eine gabelförmig um das andere greift, gesteckt wird. Die beiden Endwagen der Züge sind an der äufseren Seite, an der sie mit der Lokomotive verkuppelt werden, mit gewöhnlichen Buffern und der Schraubenkupplung ausgerüstet. Ein derartiges enges Kuppeln der Wagen ist sowohl für die Bemessung der Längenausdehnung der Bahnsteige wichtig, als auch in anbetracht des kurzen Aufenthaltes der Züge auf den Stationen für die Reisenden eine Erleichterung des Platznehmens. Ferner wird hierdurch der Luftwiderstand nicht unwesentlich vermindert. Englische Ingenieure begründen dies wie folgt: Jeder Zug führt eine gewisse Luftmasse mit sich. Die zwischen zwei benachbarten Stirnflächen der Wagen befindliche Luft nimmt dieselbe Geschwindigkeit an, welche der Zug besitzt. Bei Seitenwind wird nun diese Luftmasse beständig erneuert; ihr muss also fortwährend durch die eine Wagenstirnfläche die Zuggeschwindigkeit mitgeteilt werden. Je kleiner nun diese Luftmenge ist, d. h. je enger die Wagen an einander gekuppelt sind, um so geringer wird der Arbeitsverlust bezw. der Luftwiderstand sein.

Ricour hat diese Ansicht, wie hier eingeschaltet sein mag, neuerdings durch Versuche auf der französischen Staatsbahn bestätigt gefunden[1]). Er beschränkte zu dem Zwecke das Spiel der Buffer seines Versuchszuges auf 80 mm und verringerte durch Anbringung von Holzbauten an den Wagenstirnwänden deren Abstand von einander auf ungefähr 200 mm. Die Holzwände traten hierbei 10 mm gegen die eingedrückten Buffer zurück.

Nach einer seitens des Betriebsingenieurs der Mersey-Tunnelbahn in Liverpool mir gemachten Mitteilung will man jedoch durch die engen Zwischenräume der Wagen auch verhindern, dass in dem hastenden Gedränge, welches gewöhnlich an den Zügen entsteht, ein Mensch statt in ein Abteil der Wagen zwischen die letzteren tritt. Dieses würde allerdings, falls die Wagen weiter von einander abständen, bei dem herrschenden Halbdunkel der Stationen gerade nicht unmöglich sein, zumal die Bahnsteige nur wenig unterhalb der Wagenfufsböden liegen.

Der Vorteil des geringeren Luftwiderstandes dürfte bei den Untergrundbahnen wohl nur für die Vorortsstrecken in betracht kommen, nicht für den Innenring. Auf diesem tritt Seitenwind kaum in Frage; auch ist die Zuggeschwindigkeit keine hohe.

Mit Ausnahme von 162 District- und der 27 neuen zweiachsigen Metropolitan-Wagen ist das Untergestell aller übrigen Wagen ganz aus Eisen gefertigt. Bei den vorgenannten 162 District-Wagen besteht es bis auf die eisernen ˥-förmigen Langträger aus Holz; bei den neuen Wagen der Metropolitan-Bahn ist es ganz aus Holz hergestellt, und die Langträger sind durch 1/4" (6 mm) starke Eisenplatten verstärkt Fig. 79. Letzteres ist bei den neuen Wagen der englischen Hauptbahnen vielfach zu finden. Bei diesen sind auch wohl die Hauptträger statt durch eine Blechauflage durch ein Winkeleisen entweder nach Fig. 80 (Midland-Bahn) oder nach Fig. 81 (Lancashire and Yorkshire-Bahn) bekleidet.



Fig. 79. Fig. 80. Fig. 81.

Verstärkung der Langträger.

[1]) Ueber die Ricour'schen Versuche vergl. Organ für Fortschritte des Eisenbahnwesens 1887 S. 171.

Die Räder sind als eiserne Speichenräder ausgeführt mit Ausnahme derjenigen der neueren Metropolitan-Wagen welche in Uebereinstimmung mit einem grofsen Teil der englischen Hauptbahn-Wagen Mansell-Räder nach Figur 82 besitzen. Hierdurch wird im Verein mit dem hölzernen Untergestell das klirrende und dröhnende Geräusch beim Fahren erheblich gemindert. Diese Holzscheibenräder, welche früher auch bei uns auf verschiedenen Bahnen versucht worden sind, aber zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt haben, namentlich deshalb nicht, weil oftmals eine Lockerung in den Holzteilen und dadurch ein Losewerden der Räder eintrat, erfreuen sich in England grofser Beliebtheit und werden dort gelobt. Auf den Untergrundbahnen hat man sie ihrer gröfseren Kosten wegen, wie mir bahnseitig gesagt wurde, nicht allgemein eingeführt. Der Durchmesser der neueren Räder beträgt 1040 mm, der der übrigen Wagen bis 1092 mm. Die Drehung der Schraubbolzen wird durch 2 angeschmiedete Lappen, welche sich in entsprechende Ausschnitte der Holzstücke legen, verhindert.

Fig. 82.

Mansell-Rad.

Der gröfste Radstand der vierachsigen Wagen ist 28' = 8,53 m, wobei die beiden benachbarten Endachsen 6' = 1,829 m, die Mittelachsen 16' = 4,877 m Abstand von einander haben; der Radstand der zweiachsigen Wagen ist 14' = 4,27 m, vgl. Fig. 74.

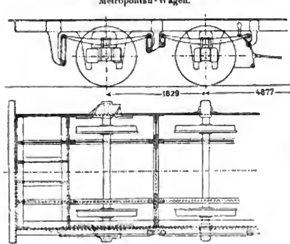
Die für das Durchfahren der scharfen Kurven notwendige Verschiebbarkeit der Achsen wird bei den kurzen Wagen durch genügendes Spiel der Achsbüchse in den Führungen und der Lagerschalen auf den Schenkeln und eine dementsprechende Federaufhängung erzielt. Ein auf der District-Bahn anfangs gestatteter Spielraum der Achsbüchsen in den Führungen (senkrecht zur Längsachse des Wagens) von 1/2" = 12,7 mm nach jeder Seite ergab einen zu unruhigen Gang der Wagen; man hat ihn deshalb jetzt auf 5/16" = 8 mm beschränkt. Die Lagerschalen sind 1/8" = 3,1 mm kürzer als die Schenkel, mit Ausnahme derjenigen bei den Schlusswagen, welche »scharf« auf die Schenkel gepasst werden, da erfahrungsmäfsig bei diesen Wagen eine starke Abnutzung der Lagerschalen und dann ein unruhiger Gang Platz greift, wenn diesen von vornherein Spiel auf den Achsschenkeln gegeben wird. Die Metropolitan-Bahn gestattet allerdings im Gegensatz hierzu einen Spielraum von 1 5/8" = 41 mm, der gröfstenteils in den Achsbüchsführungen liegt und durch die Kupplung und Buffervorrichtung dieser Wagen, Fig. 77, ermöglicht wird.

Bei den langen achträdrigen Wagen hat man im Laufe der Jahre verschiedene Anordnungen bezüglich einer zweckmäfsigen Achseneinstellung eingeführt. Charakteristisch bei allen Konstruktionen ist die Verwendung langer Federgehänge, Fig. 85, namentlich für die Endachsen, sowie freier Achsbüchsen für die Mittelachsen, Fig. 84, 86 und 90.

a) Bei der ältesten Konstruktion, welche sich zur Zeit nur noch bei einer kleinen Zahl alter Wagen vorfindet, sind die beiden Tragfedern je zweier benachbarter Endachsen in 4 festen Punkten am Langträger aufgehängt. Jede Achse

Fig. 83.

Anordnung der Adams'schen Achsbüchse bei den Metropolitan-Wagen.



Gesammtradstand 8535 mm.

Fig. 84.

Adams'sche Achsbüchse.

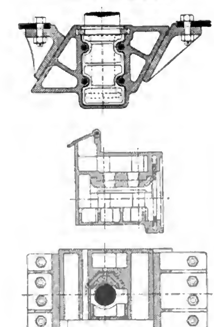
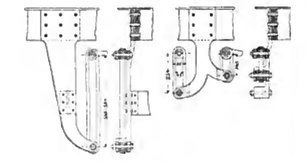


Fig. 85.

Federgehänge.



hat seitliches Spiel. Abnutzung und Gangart lassen jedoch hierbei zu wünschen.

b) 1864 führte Burnett, derzeit leitender Maschinen-ingenieur der Metropolitan-Bahn, bei einer Anzahl Wagen, wie er anlässlich einer bei New Cross stattgehabten Entgleisung in einer Zuschrift an den »Engineer« 1886, Bd. II. S. 25 mitteilt, die Adams'sche Radial-Achsbüchse ein. Während letztere bei Lokomotiven schon früher Anwendung gefunden hatte, wurde ihr hier zuerst bei Personenwagen Eingang verschafft. In Fig. 83 ist ihre allgemeine Anordnung an den Wagen gezeichnet, Fig. 84 giebt die Achsbüchse selbst wieder.

Die aus der ersteren Figur ersichtlichen auffallenden Längenunterschiede in den verschiedenen Hängeeisen sind den beim Eintritt des Wagens in eine Kurve bezw. beim Austritt aus ihr erfolgenden verschiedenen Ausschlägen der Tragfederenden angepasst, damit der Ausschlagwinkel aller Hängelaschen am unteren Aufhängepunkte nahezu der gleiche ist und ein zu schräger Zug vermieden wird. Während diese Länge für die nur seitlich verschiebbaren Mittelachsen am kleinsten ($5^1/_2$" = 140 mm) ist, wird sie für das innere Federende der Endachsen gröfser (10" = 254 mm) und erreicht für das äufsere Gehänge gar das Mafs von 20" = 508 mm.

Die durch die Kurven schräg gestellten Gehänge veranlassen im Verein mit dem Anlaufen der Spurkränze an den Schienen die Achsen, wieder in ihre Normallage zurückzukehren. Sie sind an ihrer inneren Fläche stark abgerundet. Die Tragfedern sind mit den Achsbüchsen fest verbunden. Weitere Einzelheiten giebt die Fig. 85.

Die Endachsen stellen sich bei richtiger Ausführung zwar gut ein, allein die ganze Konstruktion ist schwerfällig und bei Reparaturen unbequem zu handhaben.

Die Achsbüchsen der Mittelachsen haben senkrecht zur Längsachse des Wagens grofsen Spielraum in ihren Führungen, Fig. 90, sodass jene sich seitlich leicht verschieben können. Wir haben hier also bereits die neuerdings in gröfserem Mafsstabe auf unsern Bahnen in anderer Form mit Erfolg angewandten freien Lenkachsen.

c) 1866 wurde sodann bei einer Reihe von Wagen für die äufseren Endachsen das Bissel-Gestell angewandt, Fig. 86 bis 88. Der Drehpunkt liegt über der Nachbarachse. Die Endachsen können sich somit nahezu radial einstellen; den beiden Mittelachsen ist wiederum nur seitliches Spiel wie bei b) gegeben. Es ist dies ebenfalls die erste Anwendung des Bissel-Gestells bei Personenwagen und daher von erhöhtem Interesse. Burnett hat hier jedoch die bekannten Keilflächen dieses Gestells, welche wegen ihrer starken Reibung sorgsame Oelung beanspruchen, durch die erwähnten langen Federgehänge ersetzt. Ihre Länge ist hier ähnlich derjenigen der Anordnung b); die der äufseren Federenden geht bis zu 584 mm (vgl. Fig. 85).

Bezüglich der Einzelheiten des Drehgestells sei auf die Fig. 88 verwiesen und bemerkt, dass jenes betreffs der Lagerung des Mittelzapfens in 2 etwas verschiedenen Ausführungen (Fig. 86 und 87) sich vorfindet. Um den senkrechten Drehzapfen ist zwecks Milderung der Stofswirkungen wohl ein Gummiring gelegt. Die Wagen mit Bissel-Achsen laufen nach den mir in der Neasdener Werkstatt gemachten Angaben als Schlusswagen unruhig, weshalb sie stets in oder nahe der Zugmitte eingestellt werden.

Die Bremsklötze wirken auch hier nur auf die 2 Mittelachsen.

d) Die zuletzt und zur Zeit bei etwa einem drittel der Wagen angewandte Achslagerung ist in Fig. 89 dargestellt. Sie ist aus der Anordnung a) hervorgegangen und unterscheidet sich von ihr hauptsächlich dadurch, dass zwischen den beiden benachbarten Endachsen ein Balanzier auf jeder Seite eingeschaltet ist, an welchem die Federgehänge angreifen. Sämmtliche 4 Achsen haben seitliches Spiel; es beträgt nach jeder Seite

in den Lagerschalen bezw. Achsschenkeln	$^1/_4$" =	6,35 mm
in den Achsbüchsführungen	$1^1/_4$" =	31,7 »
zusammen	$1^1/_2$" =	38 mm.

Fig. 86.

Anordnung des Bissel-Gestelles bei den Metropolitan-Wagen.

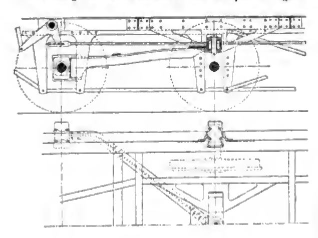
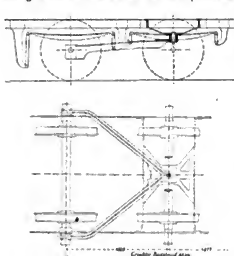


Fig. 87.

Anordnung des Bissel-Gestelles bei den Metropolitan-Wagen.

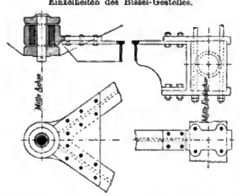


In der Längsrichtung des Wagens haben die Achsbüchsen wie bei den zweiachsigen Wagen auf jeder Seite $^1/_{16}$", insgesammt also $^1/_8$" = 3,1 mm Spielraum.

Beim Eintritt in die Kurve verschiebt sich die Endachse mehr als die Mittelachse. Die Einschaltung des Balanziers hat den Zweck, die durch die eine Achse eingeleitete Verschiebung auf die Nachbarachse zu übertragen und das Einstellen dadurch sanfter zu machen.

Fig. 88.

Einzelheiten des Bissel-Gestelles.



Achsbüchsen. Beide Bahnen verwenden mehrere Arten von Achsbüchsen. In Fig. 90 ist die bei den achträdrigen Wagen vielfach anzutreffende Anordnung im Grundriss wiedergegeben, zugleich mit der gusseisernen Achsbüchsführung. Die wichtigeren Mafse sind aus der Figur ersichtlich.

Neuerdings sind bei den zweiachsigen Wagen der Metropolitan- und der District-Bahn ungeteilte Achsbüchsen zur Verwendung gelangt, bei denen jedoch die ganze vordere Stirnwand abgenommen bezw. abgeklappt werden kann, sodass die inneren Teile, wie Lagerschale, Schmierpolster usw., nach Anheben des Wagens sich bequem und schnell herausnehmen und wieder einsetzen lassen. Der Verschluss der Vorderwand erfolgt entweder durch einen um 90° zu drehenden Griff (Metropolitan-Bahn), Fig. 91, oder durch 2 Schrauben (District-Bahn), Fig. 92.

Fig. 90.

Aeltere Achsbüchse der Metropolitan-Bahn.

Die Anordnung dieser Lagerkasten ist aus den beigegebenen Figuren ohne weiteres verständlich. Zu Fig. 91 genügt zu bemerken, dass auf jeder Seite des Achsschenkels ein kleines Schmierpolster an einem Stift pendelartig aufgehängt ist, durch welches das Oelen und Reinhalten des Schenkels günstig beeinflusst werden soll. Zu Fig. 92 ist anzuführen, dass nach Abnahme des Stirndeckels die unten eingelegte Holzscheibe herausgenommen wird, wodurch der Unterkasten sich soweit senkt, dass er unter dem Achsschenkelbunde fortgezogen werden kann. Diese Achsbüchsen erfreuen sich bereits grofser Beliebtheit, zumal sie auch halt-

Fig. 89.

Neuere Achsanordnung der achträdrigen Metropolitan-Wagen.

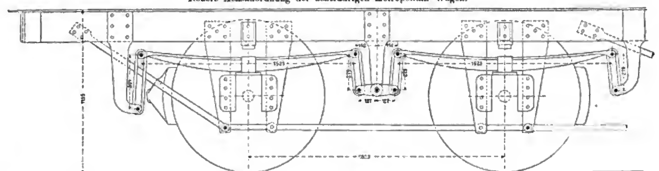


Fig. 91.

Neuere Achsbüchse der Metropolitan-Bahn.

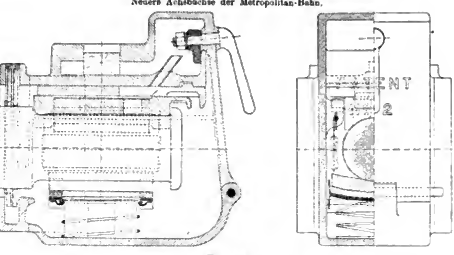
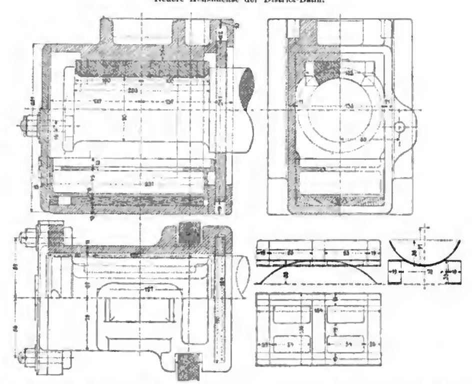


Fig. 92.

Neuere Achsbüchse der District-Bahn.



barer sein sollen, als die geteilten Konstruktionen. Auch verschiedene englische Hauptbahnen, wie namentlich die London and North Western-, die Midland- und die North Eastern-Bahn haben sie jetzt eingeführt und äufsern sich günstig darüber.

Zum Schmieren dient auf der Metropolitan-Bahn ein dunkles Mineralöl, die District-Bahn verwendet Rüböl.

Die Tragfedern sind bei den älteren Wagen durch 4 Schraubbolzen mit den Achsbüchsen verbunden. Bei den neueren Wagen ist ein Federbund angeordnet, der in der Längsrichtung der Federn zwei nach unten stehende Lappen besitzt, Fig. 76, die über einen entsprechenden Ansatz des Lagerkastens greifen und so die Verschiebung der Federn in der Längsrichtung hindern. In seitlicher Richtung wird die Feder durch 2 senkrechte Rippen an der Achsbüchse gegen diese festgehalten.

Die Aufhängung der Federn an den Längsträgern ist bei den zweiachsigen Wagen der District-Bahn nach Fig. 76 erfolgt; die Metropolitan-Bahn hat eine ähnliche Anordnung, Fig. 93. Bei beiden ist zwecks Milderung der Stöfse eine dicke, zwischen Eisenplatten befindliche Gummischeibe unter die Stellmuttern der Federgehänge gelegt, ein auf den englischen Bahnen allgemein verbreitetes Verfahren, das auf das sanfte Fahren nicht ohne Einfluss ist.

Bremsen. Beide Bahnen verwenden durchgehende Bremsen. Die Metropolitan-Bahn benutzt zur Zeit die einfache (nicht selbstthätige) Luftsaugebremse von Smith und Hardy[1]), die District-Bahn dagegen die nicht selbstthätige Luftdruckbremse von Westinghouse.[2]) Die in den Zügen laufenden

[1]) s. a. Z. 1885 S. 438 u. 455; 1891 S. 550.

[2]) s. a. Z. 1885 S. 1092; 1887 S. 658; 1891 S. 528.

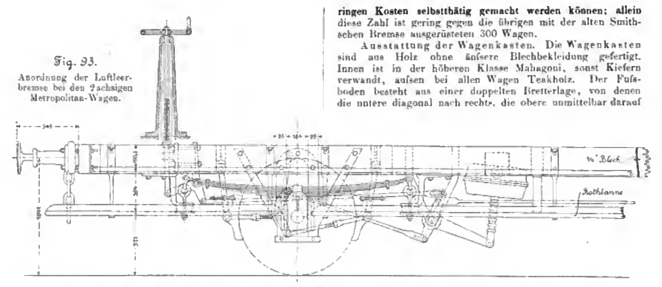


Fig. 93. Anordnung der Luftleerbremse bei den 2achsigen Metropolitan-Wagen.

beiderseitigen Endwagen sind außerdem noch mit der gewöhnlichen Spindelbremse ausgestattet, welche in Notfällen durch die beiden zugbegleitenden Beamten in Thätigkeit gesetzt wird. Bei den älteren Metropolitan-Wagen liegen die Bremscylinder wagerecht und bestehen aus einer Art Gummistoff mit Spiraleinlage. Bei den zweiachsigen Wagen befinden sich die oben offenen gusseisernen Bremscylinder luftdicht innerhalb eines Eisenblechgehäuses, das, wie in Fig. 93 angegeben, mittels zweier wagerechter Zapfen am Untergestell aufgehängt ist. Ein an dem Gehäuse befestigter luftdichter Schlauch umgiebt die Kolbenstange und wird beim Hochgehen des Bremskolbens zusammengedrückt. Die Kolbenstange hat auch bei den mit Spindelbremse ausgerüsteten Wagen, wie Fig. 93 zeigt, unten keinen Schlitz. Der Bremshebel, an welchem sie angreift, sitzt statt dessen lose auf der Welle, ist jedoch mit einem Anschlag versehen, der sich beim Gebrauch der Luftbremse gegen eine entsprechende, auf der Welle festsitzende Nase legt und dadurch die Welle dreht, während er bei Benutzung der Spindelbremse in seiner Lage verharrt.

Neuerdings werden Dichtungsschläuche nicht mehr in Neasden zur Anwendung gebracht, vielmehr wird die Bremscylinder-Konstruktion jetzt eingeführt, bei der die Kolbenstange in bekannter Weise von einer Messinghülse umgeben ist und in einer Stopfbüchse am Boden des Cylinders luftdicht geführt wird. Auf weitere Einzelheiten dieser Bremse kann hier verzichtet werden, da die technische Litteratur wiederholt Veröffentlichungen hierüber in den letzten Jahren gebracht hat. Fig. 93 veranschaulicht die bei den Schlusswagen gewählte Ausführung, daher auch die Spindelbremse sowie die 546 mm langen Buffer an dem einen Kopfstück. Erwähnt sei noch, dass die Metropolitan-Bahn zuerst in England, und zwar gegen die Mitte der 70er Jahre, die Luftleerbremse bei ihren Zügen eingeführt hat.

Die einfache Westinghouse-Bremse der District-Wagen ist, soweit ich in Erfahrung bringen konnte, das einzige Beispiel ihrer Verwendung auf englischen Bahnen. Sie bietet im allgemeinen nichts besonderes und kann hier um so eher übergangen werden, als sie gemäß einer Verordnung des Board of Trade vom 24. Oktober 1889 in wenigen Monaten in die bessere selbstthätige Westinghouse-Bremse umgeändert sein wird. Nach dieser Verordnung des Handelsamts, die auf grund einer in jenem Jahre gegebenen Parlamentsakte erlassen ist, müssen sämmtliche Eisenbahngesellschaften innerhalb 18 Monate eine selbstthätige durchgehende Bremse bei den Personenzügen eingeführt haben. Hierdurch erwachsen den beiden Untergrundbahnen bedeutende Kosten, da die vorhandene Bremse sich nicht ohne weiteres in eine selbstthätige umwandeln lässt. Die Metropolitan-Bahn hat bei ihren 3 neuen Innenring-Zügen (27 Wagen) allerdings die Bremsvorrichtungen so ausführen lassen, dass sie leicht und mit geringen Kosten selbstthätig gemacht werden können; allein diese Zahl ist gering gegen die übrigen mit der alten Smith-schen Bremse ausgerüsteten 300 Wagen.

Ausstattung der Wagenkasten. Die Wagenkasten sind aus Holz ohne äußere Blechbekleidung gefertigt. Innen ist in der höheren Klasse Mahagoni, sonst Kiefern verwandt, außen bei allen Wagen Teakholz. Der Fußboden besteht aus einer doppelten Bretterlage, von denen die untere diagonal nach rechts, die obere unmittelbar darauf ruhende diagonal nach links verlegt ist. Infolge dieser Ausführung trägt der Fußboden wesentlich zur Aussteifung des Wagenkastens bei, während anderseits der bei uns und anderen Bahnen übliche doppelte Fußboden mit dazwischenliegender Luftschicht den Vorzug größerer Wärme aufweist. Das Dach ist nur einfach, nicht, wie bei uns, doppelt ausgeführt.

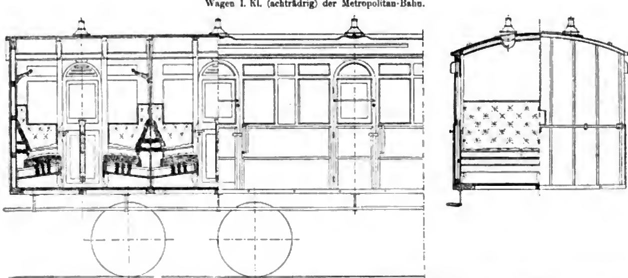
Heizungseinrichtungen sind nicht vorhanden. Im Winter 1890/91 sollten solche zum ersten mal, und zwar auf der 41,4 km langen St. John's Wood-Linie, in Gestalt von Fußwärmern (Metallflaschen mit heißem Wasser) zur Anwendung gelangen; die übrigen Linien des Untergrundnetzes werden sie auch fernerhin entbehren; jedenfalls kein Vorzug dieser Bahnen, wenn auch die Reisen auf ihnen verhältnismäßig kurz sind. Es sei bemerkt, dass derartige Fußwärmer auf den englischen Hauptbahnen — abgesehen von einigen neueren mit Warmwasserheizung ausgestatteten Salonwagen — noch immer das einzige Heizmittel bilden.

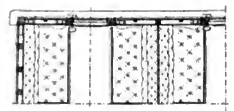
Die Lüftung der Wagen erfolgt außer durch Oeffnen der Thürfenster durch Schlitze, welche in bekannter Weise oberhalb der letzteren angebracht und gegen das Eindringen von Regen usw. durch eine unten offene Blechhaube geschützt sind, Fig. 94 und 95. Besondere Lüftungsaufsätze auf den Wagendächern, wie sie bei uns mit Vorteil benutzt werden, findet man drüben nur selten.

Die Beleuchtung wird durch Pintsch'sches Fettgas in der bei uns gebräuchlichen Weise bewirkt. Die Metropolitan-Wagen I. Kl. haben zwei Lampen in jedem Abteile, die der II. und III. Kl. nur je eine. Bei den Abteilen mit niedrigen Scheidewänden (vergl. Fig. 74) dienen vielfach nur 2 Lampen zur Beleuchtung von 3 derartigen Räumen, auch bei den so eingerichteten Wagen I. Klasse der District-Bahn. An einem Kopfende der Wagen sitzt ein sogen. Tunnelhahn, Fig. 95, durch den die Flammen vom Bahnsteig aus kleingestellt bezw. ausgelöscht werden können.

Was die innere Ausstattung der Wagen anbelangt, so steht die der I. und II. Klasse derjenigen unserer Wagen im allgemeinen entschieden nach. Der Ueberzug der Polstersitze besteht aus einem dunklen Wollstoff, der in der ersten Klasse blau gefärbt ist. Vorteilhaft ist allerdings die Art der Aufpolsterung in der I. Klasse, die ein bequemes Sitzen gestattet und namentlich dem Rücken eine sehr gute Unterstützung gewährt. Man findet dieses übrigens auf allen englischen Bahnen. Die in Fig. 94 und 95 wiedergegebenen Durchschnitte eines achträdrigen Metropolitan-Wagens I. Klasse lassen u. a. auch diese Aufpolsterung erkennen. Da alle Abteile bis zu 10 Reisende aufnehmen sollen, so ist selbst in der I. Klasse die Polsterung glatt durchgeführt, ist also nicht für Einzelplätze eingerichtet. Der Ueberzug ist mit Knöpfen abgenäht. Armschlingen fehlen. Die Wagen III. Klasse sind — mit Ausnahme der auf der St. John's Wood-Linie laufenden — entgegen der sonst in England üblichen nachahmens-

Fig. 94 und 95.
Wagen I. Kl. (achträdrig) der Metropolitan-Bahn.





werten Einrichtung nicht gepolstert, sondern besitzen glatte Holzbänke. Bei der ungemein starken Benutzung dieser Wagenklasse würden gepolsterte Sitze freilich auch wenig am Platze sein. Vereinzelt findet man allerdings wohl ältere Wagen III. Klasse auf dem Innenringe, deren Sitze einen Lederbezug mit schwacher Rückenpolsterung aufweisen; das sind aber Ausnahmen. Die Sitzhöhe beträgt im allgemeinen etwa 450 mm, bei den neueren Wagen in allen 3 Klassen 482 mm; die Unterkante des Sitzgestelles hat hierbei nur 200 mm Abstand vom Fufsboden. Die Sitzkissen sind umwendbar, die untere Seite hat Lederbezug. Sie bestehen für jede Bank zwecks leichterer Handhabung beim Reinigen aus 2 Teilen. Die Sitzbreite ist in den 3 Klassen verschieden. In der I. Klasse sind die Kissen 560 mm breit gehalten, in den übrigen Klassen sind sie unbequem schmal.

Auf der dem Vorortsverkehr vornehmlich dienenden St. John's Wood-Linie ist die III. Klasse durchweg gepolstert. Hier verkehren seit letztem Sommer auch Wagen, welche in der Neasdener Werkstatt umgebaut sind und vorteilhaft durch ihre bessere Ausstattung gegen den übrigen Wagenpark abstechen. Die Sitze und Rücklehnen I. Klasse sind mit einem geschmackvoll gemusterten Köperstoff überzogen und mit einer reich in Gold durchwirkten Borde abgesetzt, was den Abteilen ein sehr gefälliges Aussehen verleiht. Die umwendbaren Sitzkissen sind an der unteren Seite mit braunem Leder überzogen. Unter den (festen) Seitenfenstern befinden sich schmale, lederüberzogene Armstützen. Oberhalb der Gepäcknetze sind die Wandflächen gleich der Decke mit weifser, rotgeränderter Lincrusta Walton belegt, einem jetzt auf den englischen Bahnen allgemein sehr beliebten linoleumartigen Bekleidungsstoff, der sich gut und schnell durch Abwaschen reinigen läfst, in allen Farbentönen bemalt werden kann und sich im Preis auch nicht sehr teuer stellt. Vor den Fenstern befinden sich Rollgardinen aus einem carmoisinroten Pferdehaarstoff, die sich nach dem Patente von W. S. Laycock in Sheffield in jeder Höhenlage einstellen lassen. Der Fufsboden ist mit einem Pferdehaarteppich belegt. Unter jedem Gepäcknetze sind 3 schmale, längliche Spiegel befestigt, die übrigens sonst selten in den englischen Wagen angetroffen werden.

An der Decke sind Hutnetze angebracht. Diese Ausstattung kommt aber nur für Nichtraucherwagen in Anwendung. Die Raucherwagen (smoking) sind einfacher gehalten.

Die neuen Abteile II. Klasse zeigen einen rot und schwarz gemusterten Ueberzug, die der III. Klasse einen etwas helleren. In den letzteren sind die Sitzkissen fest auf der Bank; sie sind nur 340 mm breit, also sehr schmal.

Die District-Bahn wendet statt der Laycock'schen Gardinen blaue, wollene Zuggardinen an, welche mittels Holzringen auf den Stangen verschiebbar sind. Sie stellen sich nach Angabe der Hauptwerkstätte billiger in der Beschaffung und in der Unterhaltung, als die Rollgardinen.

Erwähnt mag noch werden, dass das im Abschnitt II geschilderte Reklame-Unwesen sich auch innerhalb der Wagen breit macht, und zwar in allen 3 Klassen der Metropolitan-Bahn; bei den District-Wagen hat es noch keinen allgemeinen Einzug gehalten. Beide Wandflächen oberhalb der Rückenpolster sind vielfach bis zur Decke mit bunten Geschäftsanzeigen bedeckt. Beispielsweise wurden in einem Abteile 26 verschiedene, ziemlich grofs gedruckte buntfarbige Ankündigungen gezählt, in einem anderen gar 32, usw.

Die einzelnen Abteile enthalten im Innern vielfach — nicht immer — folgende zwei Anordnungen der Verwaltung:

1. an jeder Querwand oberhalb der Sitzbank:
   To seat five persons (Sitzplatz für 5 Personen);
2. desgl. oberhalb des Fensters:
   Wait until the train stops (Warten bis der Zug hält).

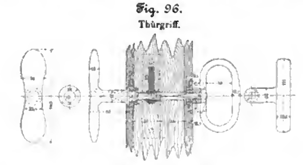
Der ersten dieser Vorschriften wird sehr häufig seitens der Reisenden nicht nachgekommen. Ueberfüllung der Abteile gehört nicht zu den Seltenheiten. Geahndet wird nur das Uebertreten der zweiten Bestimmung, und zwar durch eine Geldstrafe bis 40 *M.* Im allgemeinen sind die Beamten gegen die Reisenden nachsichtig.

Eine dritte bahnseitige Aufschrift war bis zum Frühjahr 1890 seit alters in den Wagen zu finden, und zwar an den Thüren nahe dem Griff. Sie lautete: Please shut the door (Bitte die Thür zu schliefsen). Die Thüren haben einen äufseren und einen inneren Griff; das Schliefsen wird vielfach von den Reisenden bewirkt. Im vorigen Jahr ereignete sich nun der Fall, dass in demselben Augenblick, in welchem ein Reisender den Griff zwecks Schliefsens erfasst hatte, von aufsen der Stationsbeamte den Griff zu gleichem Behufe umdrehte, wodurch ersterer eine Verletzung der Hand erlitt. Infolgedessen und des von dem Reisenden zu Recht erhobenen Entschädigungsanspruches wurde dann schleunigst die verhängnisvolle Thüranschrift entfernt, sodass jetzt jeder Reisende gegebenenfalls die Abteilthür auf eigene Gefahr schliefst.

Die Anordnung der Thürgriffe ist in der Fig. 96 näher dargestellt und daraus ohne weiteres verständlich. Es

ist — aufser einem Dornverschluss — nur dieser eine Verschluss vorhanden, der nahe unter dem Thürfenster sitzt und bequem — auch von innen — zu handhaben ist. Die Reisenden im Abteil öffnen sich selbst die Thür, indem der sehr zweckmäfsig gestaltete Thürgriff um 90° gedreht wird. Das Schliefsen wird, wie schon angedeutet, entweder auch von

Fig. 96.
Thürgriff.



den Reisenden oder von dem auf dem Bahnsteig anwesenden Stationsbeamten während der Vorbeifahrt des Zuges dadurch bewirkt, dass nach Zuschlagen der Thür der Griff (Kreuzgriff) aus der senkrechten Stellung in die wagerechte gebracht wird.

Die Thüren schlagen von links nach rechts auf, derart, dass sie in geöffnetem Zustande stets mit der Aufsenseite nach der Fahrrichtung des Zuges hin liegen. Es wird dadurch dem Stationsbeamten das Schliefsen der Thüren wesentlich erleichtert. Auf der Metropolitan-Bahn können stets nur die (in der Fahrrichtung gesehen) linksseitigen Thüren der Wagen von den Reisenden geöffnet werden; die rechtsseitigen sind mittels des genannten Dornverschlusses geschlossen. Bei den nach New Cross laufenden Zügen (vergl. Abschnitt I) findet infolgedessen in Deptford Road Station ein Wechsel der verschlossenen Thüren statt, da in New Cross auf der rechten Zugseite ausgestiegen wird.

Bei den District-Wagen wurde ein derartiges Abschliefsen der Wagenthüren nicht bemerkt. In der Mitte der Thürfenster sind aufsen Querstangen davor befestigt, wie solche auch früher bei unseren breiten Durchgangswagen üblich waren, um wegen des ziemlich beschränkten Querschnittes der Tunnel usw. ein zu weites Hinauslehnen der Reisenden zu verhindern, ein Zweck, der durch diese Schutzvorrichtung nicht völlig erreicht wird, da vor 2 Jahren ein deutscher Reisender trotzdem in dieser Weise verunglückte.

Die Thüren sind im Wageninnern an beiden Thürpfosten durch hölzerne Schutzleisten zur Vermeidung des Klemmens der Hand gesichert. Die Thürhöhe beträgt 1820 mm. Die Thürfenster, welche teils durch eine selbstthätige Feststellvorrichtung nach Hill u. a., teils in der gewöhnlichen Weise mittels Riemens in verschiedener Höhenlage eingestellt werden können, haben meist 390 × 505 mm Fläche, die festen Seitenfenster eine solche von 435 × 625 mm und die über diesen befindlichen kleinen Fenster, Fig. 94 und 95, 435 × 140 mm.

Sämmtliche Wagen sind, mit Ausnahme der älteren dunkelbraun gestrichenen District-Wagen sowie der in der oberen Hälfte grauweifs gestrichenen Abteile I. Klasse der Metropolitan-Bahn, an den Aufsenflächen nur lackirt. Die dadurch hervortretende hellbraune Aderung der Teakholzbekleidung der Wagenkasten nimmt sich nicht hässlich aus. Die langen Metropolitan-Wagen I. Klasse und der mittlere Teil der I. und II. Klasse-Wagen sind von Fensterunterkante ab bis zum Dach grauweifs gestrichen und dann lackirt, um den Reisenden das Auffinden der I. Wagenklasse zu erleichtern. Die bei uns eingeführten Normalfarben für die Kennzeichnung der einzelnen Wagenklassen, welche sich bekanntlich im Verkehr als äufserst praktisch erwiesen haben, würden auf den Untergrundbahnen besonders angezeigt erscheinen. Allein trotzdem von Engländern der Einführung derartiger Erkennungsfarben das Wort geredet wurde, hat man sich drüben noch nicht dazu entschliefsen können. Auf der Innenringstrecke der Metropolitan-Bahn und der beiden Bahnen gemeinsamen Joint Line ist eine gewisse Erleichterung im Erkennen der einzelnen Wagenklassen durch die im Abschnitt II bei Beschreibung der Stationen erwähnten Klassenschilder, welche quer über dem Bahnsteig hängen, geschaffen; diese Einrichtung steht jedoch den Normalfarben an Deutlichkeit nach.

Die äufseren Stirnflächen der in den District-Zügen laufenden Endwagen sind rot gestrichen, um dadurch bei Tage als Schlusssignal des Zuges zu dienen. Man findet dieses auch auf einigen anderen englischen Bahnen; die Metropolitan-Bahn hat diese Einrichtung jedoch nicht.

Bezüglich des Anstriches und der Lackirung dürften einige nähere Angaben von Interesse sein. Nach dem in der Hauptwerkstatt der District-Bahn gebräuchlichen Verfahren werden neue Wagen in folgender Weise lackirt. Nachdem die Teakholz-Bekleidung sauber geschliffen ist, wird ein Ueberzug von bestem Firniss (best gold size) aufgetragen, und auf diesen sodann 5 Lagen von bestem Ueberzugslack (best drying coat varnish). Selbstverständlich muss jede Lackschicht vor dem Auftragen der folgenden gut getrocknet sein. Der letzte Lacküberzug wird geschliffen und dann werden die Bezeichnungen und sonstigen Merkmale des Wagenkastens aufgemalt und schliefslich noch 3 Lagen von bestem Ueberzugslack (best hard drying varnish) nach einander angebracht. Die Wagen erhalten sonach 8 Lacküberzüge.

Der Anstrich der roten Stirnwände der Endwagen in den District-Zügen wird in der genannten Werkstatt wie folgt ausgeführt. Die abgeschliffene Holzfläche wird zunächst zweimal mit grauer Farbe (lead colour, Mischung aus Bleiweifs und Schwarz) grundirt, sodann zweimal mit hellroter Farbe (red lead priming, Mischung aus Bleiweifs und Rot) gestrichen und darauf zweimal mit Vermillion. Auf diesen sechsfachen Farbenauftrag werden schliefslich 3 Ueberzüge aus Kutschenlack (good drying body varnish) nach einander gegeben.

β) Güterwagen. Die den beiden Untergrundbahn-Gesellschaften angehörigen Güter- bezw. Kieswagen bieten nichts bemerkenswertes. Sie sind in höchst einfacher Weise ausgeführt und dienen vorzugsweise dem Transport von Oberbaumaterialien.

Die Metropolitan-Bahn besitzt:

50 Kieswagen,
5 Bremswagen,
1 gedeckten Güterwagen,
14 Gaswagen mit je 2 Gaskesseln;

die District-Bahn hat 27 Kies- und Bremswagen im Besitz.

Aufserdem verfügt die erstere Bahn für den Strafsenverkehr (S. 150) über 30 eigene Omnibusse; die letztere hat sich eine etwas geringere Zahl dienstbar gemacht.

Betriebsmittel der Hauptbahnen, welche über die Untergrundlinien laufen.

Lokomotiven. Die im Abschnitt I näher erörterten Londoner Hauptbahnen wenden mit zwei Ausnahmen Drehgestell-Tenderlokomotiven für ihre Untergrundzüge an.

Die London and North Western-Bahn benutzte bis vor kurzem ganz ähnliche und von derselben Fabrik gebaute Lokomotiven wie die Metropolitan-Bahn. Eine dieser Lokomotiven wurde vor einigen Jahren von Webb, Maschinendirektor der grofsen weltbekannten Werkstätten in Crewe (nahezu 7000 Arbeiter), versuchsweise nach dessen Dreicylinder-Verbundsystem umgebaut. Die Lokomotive, deren beide Treibachsen unter Fortfall der Kuppelstangen je für sich selbständig angetrieben wurden, und zwar die eine durch zwei aufsenliegende Hochdruck-, die andere durch den innerhalb der Rahmen angeordneten Niederdruckcylinder, befriedigte aber nicht, da sie beim Anfahren zuckte, was sich durch den ganzen Zug fortpflanzte und das schnelle Anfahren beeinträchtigte. Letzteres war in anbetracht der zahlreichen kurzen Stationsabschnitte des Aufsenringes von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Die Lokomotive wurde infolgedessen wieder aus dem Fahrdienst

der Untergrundbahnen zurückgezogen. Bemerkt sei, dass dieses Verbundsystem bei den Webb'schen Schnellzuglokomotiven sich bewährt und auf der London and North Western-Bahn bei 83 Lokomotiven bis jetzt zur Anwendung gelangt ist.

Vor einiger Zeit hat Webb die Drehgestelllokomotive im Betrieb des Aufsenringes durch eine vierachsige Tenderlokomotive ersetzt, bei der, wie Figur 97 zeigt, vorn und hinten sich eine radial bewegliche Laufachse befindet. Die Achsbüchsen der letzteren bestehen aus einem Gussstück, das innerhalb zweier nach einem bestimmten Halbmesser gekrümmter und zwischen die beiden Rahmenbleche der Lokomotive gespannter Stahlplatten geführt wird und sich nach jeder Seite um $1^1/_4" = 32$ mm verschieben kann, Fig. 98. Die Zurückführung der Achsen in ihre Mittelstellung beim Austritt aus der Kurve sowie die Beschränkung der Seitenbewegungen in der Geraden erfolgt durch 2 Schraubenfedern.

Fig. 97.

Untergrundlokomotive der London and North Western-Bahn.

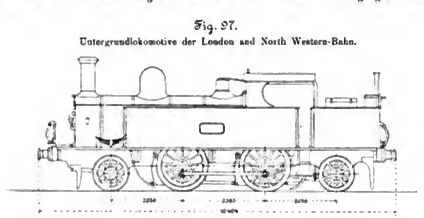
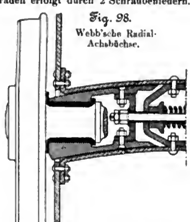


Fig. 98.

Webb'sche Radial-Achsbüchse.



Sie sind unterhalb der Achse im Innern der Achsbüchse angeordnet und stützen sich gegen eine Querversteifung der Führungsbleche. Die eine Feder ist rechtsgängig und umhüllt die andere linksgängige. Webb hat diese Achsbüchse bei rd. 700 Lokomotivachsen angewandt. Das Einstellen der Laufachsen geht sanft und leicht vor sich; das Scharflaufen der Spurkränze ist erheblich vermindert worden im Vergleich zu den Drehgestell-Tenderlokomotiven, deren Kuppelachse beim Rückwärtsfahren in den scharfen Kurven einer starken Abnutzung an den Radreifen ausgesetzt ist. Ursprünglich hatte die Radialachsbüchse statt der Mittelfedern an jedem Ende eine besondere Feder. Es ergab sich hierbei jedoch, dass die Laufachse auch in der Geraden aus ihrer Mittellage gedrängt wurde und mit einem Spurkranze »anlief«, sobald die Spannung beider Federn nicht gleich war oder eine Feder brach. Die neuere Anordnung zeigt diesen Uebelstand nicht. Diese ist auch bei den oben genannten Dreicylinder-Verbund-Schnellzuglokomotiven in Anwendung.

Lokomotivdrehgestelle sind sowohl auf der London and North Western- als auch auf der Great Western-Bahn, den beiden gröfsten Bahnen Englands, nicht beliebt. Beide geben im Gegensatz zu der Mehrzahl der übrigen Eisenbahngesellschaften jenes Landes der beweglichen Laufachse den Vorzug, da sie die Bauart der Lokomotiven einfacher gestaltet und das Eigengewicht etwas vermindert. Eine ähnliche, ebenfalls von Webb entworfene Radialachsbüchsen-Anordnung ist bei den vierachsigen Personenwagen der North Western-Bahn für die beiden Endachsen zur Ausführung gebracht. Sie trägt wesentlich zu dem ruhigen Gange dieser Wagen bei.

Die Dampfcylinder der in Fig. 97 dargestellten Lokomotive sind innerhalb der Rahmen angeordnet; Kondensvorrichtung, Luftsaugebremse sowie Spindelbremse sind vorhanden. Die Räder der Treibachse haben nur 1435 mm im Laufkreise, sind also wesentlich kleiner als die der Metropolitan- und der District-Lokomotive. Webb hat jenes Mafs, wie er mir mitteilte, deshalb gewählt, um das Anfahren dieser Lokomotive zu beschleunigen. Ihre Hauptabmessungen sind:

Cylinderdurchmesser	432	mm
Kolbenhub	610	»
gesammter Radstand	6479	»
fester »	2363	»
Durchmesser der Kuppelachsräder	1435	»
» » Laufachsräder	990	»
Kesseldurchmesser (mittlerer)	1200	»
Länge zwischen den Bufferenden	10404	»
Dampfdruck im Kessel	10,5	kg/qcm
Anzahl der Siederöhren	175	
Heizfläche in den Röhren	80,562	qm
» der Feuerbüchse	7,878	»
» gesammte	88,440	»
Rostfläche	1,32	»
Inhalt der Wasserkasten	6,36	cbm
Gesammtgewicht in betriebsfähigem Zustande	46,631	t
Schienendruck der Treibachse	13,716	t
» » Kuppelachse	13,512	t
» » vorderen Laufachse	10,211	t
» » hinteren »	9,195	t.

Die gröfste Anzugskraft dieser Lokomotive bestimmt sich nach der oben näher erläuterten Gleichung

$$Z_a = \eta\, p\, d^2\, \frac{\pi}{4}\, \frac{l}{\mathfrak{D}}$$

zu:

$$Z_a = 0{,}78\,(10{,}5 - 0{,}5)\,43{,}2^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \frac{610}{1435} = 4860 \text{ kg},$$

während die aus dem Adhäsionsgewicht zu berechnende gröfste Anzugskraft sich zu

$$Z_e = 0{,}15 \cdot 27228 = 4084 \text{ kg}$$

ergiebt.

Ersterer Wert ist wesentlich gröfser als bei der Metropolitan-Lokomotive; die Webb'sche Lokomotive vermag also schneller anzuziehen. Der Führer wird hierbei den Regulator für gewöhnlich nur so weit öffnen, dass die aus den Cylinderverhältnissen sich ergebende Anzugskraft die durch das Adhäsionsgewicht begrenzte nicht übersteigt, welcher Wert (rd. 4000 kg) immer noch gröfser ist als der der Metropolitan-Lokomotive (3400 kg). Unter ungünstigen Verhältnissen (Steigung usw.) wird er durch Zuhilfenahme des Sandstreuers eine entsprechend gröfsere Anzugskraft als die durch den Reibungskoëffizienten 0,15 begrenzte nutzbar machen.

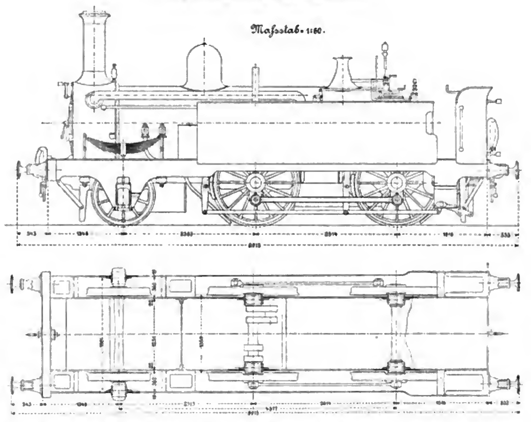
Die London and North Western-Bahn hat diese Lokomotive in gröfserer Zahl in ihren Werkstätten zu Crewe erbauen lassen und verwendet sie namentlich im Lokalverkehr auf verschiedenen Strecken ihres weiten Netzes. Ganz ähnlich gebaute Lokomotiven stehen auch auf anderen englischen Bahnen mit Erfolg in Benutzung. Auf dem Festlande hat diese Gattung meines Wissens zuerst die holländische Bahn eingeführt.

Die Great Western-Bahn befördert ihre Untergrundzüge durch Lokomotiven, welche statt des Drehgestells eine seitlich verschiebbare vordere Laufachse besitzen.

In den Zeichnungen Fig. 99 und 100, die ich Hrn. Generaldirektor H. Lambert in London zu verdanken habe, ist diese

Fig. 99 und 100.

Untergrundlokomotive der Great Western-Bahn.



Lokomotive in Auf- und Grundriss näher dargestellt. Sie ist von Dean, dem Vorsteher der grofsen Lokomotiv- und Wagenwerkstätten in Swindon, entworfen und bietet verschiedene beachtenswerte Einzelheiten. Sie besitzt Innen- und Aufsenrahmen, die in ihrem vorderen und hinteren Teile kräftig gegen einander abgesteift sind. Die beiden gekuppelten Achsen, von denen die doppelt gekröpfte Treibachse vor, die Kuppelachse hinter der Feuerkiste liegt, sind in dem Innen- oder Hauptrahmen, die Laufachse dagegen ist in den 2 Aufsen- oder Nebenrahmen gelagert. Die Dampfcylinder liegen innerhalb der Hauptrahmen. Die vordere und die hintere Achse sind beide seitlich verschiebbar. Die Laufachse hat auf jeder Seite

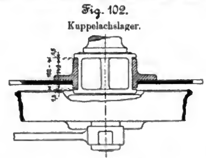
Fig. 101.

Laufachslager.

der Gleitbacken $^1/_4{}'' = 6{,}3$ mm Luft, Fig. 101, sodass sie sich beiderseits um dieses Mafs verschieben kann; aufserdem haben noch die Lagerschalen auf den Schenkeln entsprechendes Spiel. Die Kuppelachse hat auf jeder Seite $^1/_4$ des Laufachsenspielraums, sie kann sich ohne das Spiel in den Lagerschalen nach jeder Seite um 1,5 mm verschieben, Fig. 102. Die Treibachse ist selbstverständlich fest (mit Stellkeil) gelagert. Durch diese Anordnung ist erreicht, dass die Lokomotiven trotz ihres Gesammtradstandes von 4877 mm und einer Entfernung der gekuppelten Achsen von einander = 2514 mm in zufriedenstellender Weise die zahlreichen scharfen Kurven des Innenrings — bis 150 m herab — seit vielen Jahren durchfahren. Eingeschaltet sei, dass Dean auch an seinen

Fig. 102.

Kuppelachslager.



mit freier Treibachse sowie vorderer und hinterer Laufachse gebauten Schnellzuglokomotiven, deren Gesammradstand 5486 mm und deren Treibraddmr. 2338 mm beträgt, in gleicher Weise wie hier die vordere Laufachse seitlich verschiebbar angeordnet hat, wohl ein Beweis, dass diese einfache Konstruktion, die man auch auf anderen Bahnlinien, z. B. der North Eastern-Bahn, antrifft, ganz gut sich im Betriebe bewährt.

Eigenartig sind die Tragfedern der Laufachse ausgeführt. Zwischen den einzelnen Federlagen sind im mittleren Drittel der Länge etwa 5 mm starke Stahlplatten von der Breite des Federstahls eingelegt. Infolgedessen lagern die Blätter nach den Enden hin nicht in ganzer Länge auf einander, sondern klaffen. Es soll diese Anordnung von günstigem Einfluss auf die Federung sein.

In ihrem oberen Teile gleicht die Great Western-Untergrundlokomotive der der Metropolitan-Bahn. Auch bei ihr liegen die Wasserkasten seitlich des Kessels, die Kondens-

rohre darüber, und der Kohlenkasten schliefst den Führerstand hinten ab. Der Langkessel enthält 262 Siederöhren von 44,4 mm äufserem Dmr. Der Hinterkessel ist ohne Ueberhöhung. Die Sicherheitsventile liegen über der Feuerkiste. Bezüglich des Schutzdaches, der Abdampfrohre und der Sandstreuer gilt das von der Metropolitan-Lokomotive gesagte. Es ist die selbstthätige Luftsaugebremse[1]) (der Vacuum Brake Company in London) sowie eine Spindelbremse angebracht; der Bremscylinder liegt unterhalb des Kohlenkastens. Die Lokomotive ist mit einem Ejektor und einer Luftpumpe ausgerüstet. Ersterer wird seiner schnellen Wirkung wegen benutzt, um die Luftleere in den Bremstöpfen und der Hauptleitung des Zuges vor der Abfahrt zu erzeugen, sowie um die Bremse nach ihrem Anziehen wieder zu lösen. Die Luftpumpe dient dazu, die Luftleere während der Fahrt aufrecht zu erhalten. Der auf der Metropolitan-Bahn statt dieser Luftpumpe angewandte zweite kleine Ejektor hat den Nachteil, dass aus ihm Dampf in die Bremsleitung gelangen kann, der sich in ihr niederschlägt und unter Umständen bei Frostwetter zu schädlicher Eisbildung Anlass geben kann. Dieses ist bei der Erzeugung der Luftverdünnung mittels der Luftpumpe ausgeschlossen.

An Speisevorrichtungen sind auch hier 2 Pumpen und 1 Injektor vorhanden; die Lokomotive besitzt deshalb auf der linken Seite des Langkessels 2 Speiseventile, auf der rechten eins. Der Führer steht auf der rechten Seite des Führerstandes. Die Steuerung wird mittels Händels umgelegt. (Kohlenprämien erhält das Personal nicht.)

Das Gesammtgewicht der betriebsfähigen Lokomotive beträgt 37,899 t und verteilt sich wie nachstehend:

Treibachse	13,209 t
Kuppelachse	13,209 t
Laufachse	11,481 t.

Nachstehend sind die Hauptabmessungen der Lokomotive zusammengestellt:

Cylinder-Dmr.		406 mm	
Hub		610 »	
Gesammtradstand		4877 »	
Radstand der gekuppelten Achsen		2514 »	
Treibrad-Dmr.		1562 »	
Laufrad-Dmr.		1105 »	
Kessel-Dmr.		1295 »	
Kessel-Länge		3200 »	
Dampfdruck im Kessel		10,5 kg/qcm	
Anzahl der Siederöhren		262	
Siederöhren, Länge		3283 mm	
Siederöhren, äufserer Dmr.		44,4 »	
	aufsen	innen	
Feuerkiste: Länge	1546 mm	1341 mm	
Breite	1219 »	1016 »	
Höhe	2172 »	1714 »	
Heizfläche in der Feuerbüchse		8,8 qm	
» in den Röhren		120,1 »	
» gesammte		128,9 »	
Rostfläche		1,51 »	
Inhalt der Wasserkasten		3,72 cbm	
» des Kohlenkastens		1,0 t	
Gesammtgewicht (betriebsfähig)		37,899 t	
Adhäsionsgewicht		26,418 t.	

Die gröfste Zugkraft beim Anfahren berechnet sich wie oben zu:

$$Z_a = 0{,}75\,(10{,}5 - 0{,}5) \cdot d^2 \frac{\pi}{4} \frac{l}{D} = 3943 \text{ kg.}$$

Die gröfste Zugkraft aus dem Adhäsionsgewicht beträgt bei Zugrundelegung eines Adhäsionskoëffizienten $= 0{,}15$

$$Z_a = 0{,}15 \cdot 26418 = 3962 \text{ kg.}$$

Beide Werte stehen in gutem Verhältnis zu einander.

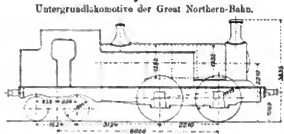
Die vier übrigen hier in betracht kommenden Hauptbahnen, die Great Northern-, die Midland-, die London, Chatham and Dover-Bahn und die South Eastern-Bahn, benutzen Tenderlokomotiven, bei denen das Drehgestell sich hinten befindet und die Dampfcylinder innerhalb der Rahmen liegen. Wie aus früherem erinnerlich, ist das vorn liegende Truck der Metropolitan- und der District-Lokomotiven etwas gering belastet, was sich bei schneller Fahrt bemerkbar machen soll. Dieses wird durch Anordnung der beiden Laufachsen unterhalb des Führerstandes vermieden.

[1]) Z. 1891 S. 550.

Die bemerkenswerteste unter diesen Lokomotiven ist die der Great Northern-Bahn. Sie ist in Fig. 103 in ihren allgemeinen Umrissen gezeichnet. Die gekuppelten Achsen mit

Fig. 103.

Untergrundlokomotive der Great Northern-Bahn.



1715 mm grofsen Rädern liegen vorn und haben 2210 mm Abstand, das Drehgestell mit Laufrädern von 914 mm Dmr. und 1524 mm Radstand befindet sich unterhalb des Führerstandes. Der gesammte Radstand bis zur Mitte Drehzapfen beträgt 6020 mm. Die Wasserkasten sind beiderseits des Langkessels angebracht, der Kohlenkasten liegt quer hinter dem allseitig geschlossenen Führerhause. Die Dampfcylinder sind mit 1 : 8¾ gegen die Wagerechte geneigt. Der 3074 mm lange Rundkessel ist teleskopartig aus 3 Schüssen gebildet, sein gröfster Durchmesser beträgt 1282 mm. Die Lokomotive wiegt wesentlich mehr als die vorbeschriebenen Tendermaschinen, nämlich in betriebsfähigem Zustande 54,305 t. Es verteilt sich wie folgt:

Treibachse	18,085 t
Kuppelachse	17,653 »
Drehgestell	18,567 »

Das Leergewicht beträgt 45,923 t.

Dieses grofse Gewicht wird bedingt durch die steilen, mit 1 : 46 und 1 : 48 angelegten Rampen, welche die Untergrundstation King's Cross mit den Great Northern-Geleisen verbinden[1]).

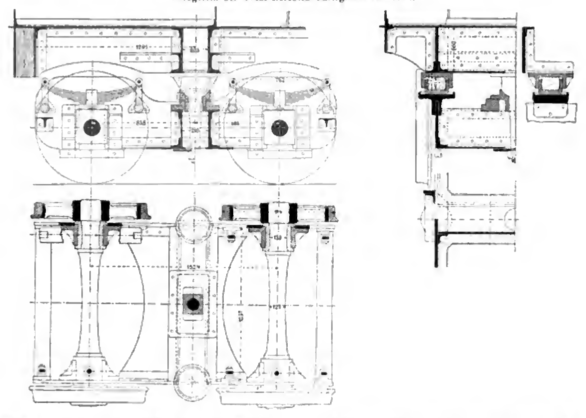
Auffallend ist die starke Belastung des Drehgestelles, welche ein drittel des Gesammtgewichtes ausmacht. Die Lokomotive läuft denn auch vorwärts wie rückwärts im allgemeinen gleich ruhig, selbst bei gröfseren Geschwindigkeiten.

Die Anordnung des Drehgestelles weicht von den sonst auf englischen Bahnen üblichen Ausführungen ab. Wie Fig. 104 zeigt, stützt sich der hintere Teil der Lokomotive in 3 Punkten auf die Truckkonstruktion, in der Mitte auf die Queraussteifung ihres Rahmens und an beiden Seiten auf den Rahmen selbst. Der im mittleren Stützpunkt befindliche Drehzapfen ist gleichzeitig als tragender Teil ausgebildet und ruht mittels Kugelfläche auf einem stählernen Sattelstück, das zwecks Verhinderung des Drehens aufsen quadratisch gestaltet ist und sich in einer entsprechenden Stahlunterlage senkrecht zur Längsachse der Maschine verschieben kann. Die Laufachsen vermögen also sowohl eine Drehbewegung, als auch eine seitliche Verschiebung auszuführen. In der Querrichtung ist der vorerwähnte Sattel keilförmig mit der Neigung 1 : 12 geformt (vergl. den Querschnitt in Fig. 104), sodass er bei seitlicher Verschiebung der Achsen auf seiner Unterlage aufsteigt und das Lokomotivgewicht anhebt. Letzteres zwingt das Drehgestell beim Austritt aus der Kurve wieder in seine Normalstellung zurück. Um das Einstellen zu erleichtern, ist der Drehzapfen um 6" = 152 mm aus der Mitte nach vorn verlegt. Die an den Radflanschen der hinteren Achse auftretenden Kräfte bewirken durch ihren gröfseren Hebelarm eine schnellere Drehung der Achsen und damit ein zwangloseres Durchlaufen der Kurven. Infolge der einseitigen Drehpunktslage sind die beiden Laufachsen ungleich belastet, die vordere Achse überträgt 10,033 t auf die Schienen,

[1]) S. 5 und 10.

Fig. 104.

Drehgestell der Great Northern-Untergrundlokomotive.



die Endachse nur 8,534 t. Beide Werte weichen etwas von dem theoretischen ab, was durch kleine Montagefehler bezw. ungleiche Auflagerung in den Stützpunkten begründet sein mag.

Die seitlichen Auflagerpunkte, welche aufser der Gewichtsübertragung auch den Zweck haben, die Tragfedern des Drehgestelles beim Schiefstellen der Lokomotiven in Kurven gegen eine Ueberlastung zu schützen, sind bufferartig mit einem 111 mm dicken Gummiblock im Innern der Hülsen ausgebildet. Die untere Stahlhülse schleift auf einem geölten schweifseisernen Teller. Die gröfste Verschiebung der Achsen beträgt 45 mm nach jeder Seite.

Die Great Northern-Bahn verwendet diese Drehgestelle schon seit Jahren und ist damit sehr zufrieden. Sie wurden von Hrn. Patrick Stirling, Maschinendirektor in Doncaster, entworfen, dessen Freundlichkeit ich die Zeichnungen der Fig. 103 und 104 verdanke. Er hat sie in etwas abgeänderter Form bei seinen ausgezeichneten mit freier Treibachse und rd. 2,5 m grofsen Treibrädern ausgestatteten Schnellzuglokomotiven ebenfalls mit Erfolg angewandt. Letztere fahren den schottischen Expresszug — Flying Scotchman genannt — zwischen London und York und erreichen nach Mitteilung auf dieser Strecke eine Geschwindigkeit bis zu 110 km i. d. Std. und mehr[1]). Die Gangart der Lokomotive wird selbst bei dieser hohen Geschwindigkeit als ruhig und zufriedenstellend bezeichnet, was für die Güte des Drehgestelles mitspricht.

Wagen. Die Untergrundzüge der Great Western-Bahn sind auf höchstens 8 Wagen festgesetzt (limited), deren Gewicht 81 bis 91 t beträgt; diejenigen der übrigen Hauptbahnen bestehen gewöhnlich aus 10 (zweiachsigen) Wagen. Sie sind sämmtlich nach dem Zwei-Buffersystem ähnlich der Fig. 76 eng gekuppelt.

[1]) Den englischen Bahnen ist keine Grenze für die Fahrgeschwindigkeit der Züge vorgeschrieben, während bekanntlich in Deutschland höchstens mit 90 km i. d. Std. gefahren werden darf.

Die Great Northern- sowie die London and North Western-Bahn verwenden keine Stofsplatten, sondern an beiden Enden der Wagen elastische Buffer.

Die Beleuchtung erfolgt bei der letztgenannten Bahn durch Fettgas nach Pope's Patent, das sich äufserlich von dem Pintsch'schen durch die Ausführung der Einzelteile der Beleuchtungseinrichtung unterscheidet. Die Great Northern-Bahn verwendet das Pintsch'sche Patent, hat jedoch einen ihrer Untergrundzüge seit längerer Zeit elektrisch erleuchtet. Diese Beleuchtungsart soll aber in kurzem wieder beseitigt werden, da sie, wie mir bei meiner letzten Anwesenheit in London (1891) von der Bahngesellschaft mitgeteilt wurde, betreffs der Kosten sich ungünstiger als das Fettgas gestellt hat und namentlich in der Unterhaltung zu grofse Aufmerksamkeit und Sorgfalt erfordert.

Reparaturwerkstätten.

Die Reparatur der Betriebsmittel erfolgt bei der District-Bahn in der im südwestlichen Teile Londons nahe der West Brompton-Station gelegenen Hauptwerkstätte Lillie Bridge Yard, in der sich auch einige Lokomotiv- und Wagenschuppen zur Aufnahme dienstfreier Lokomotiven und Wagen befinden.

Die Metropolitan-Bahn hat vor einigen Jahren ihre Werkstätten aus dem Stadtgebiete hinaus nach der an der St. John's Wood-Linie gelegenen Station Neasden verlegt. Die alten Werkstattgebäude in Edgware Road sind teilweise noch als Lokomotivschuppen in Benutzung.

a) Lillie Bridge-Werkstätte. Die Werkstätte steht durch ein Geleis mit der West Kensington-Station in Verbindung und ist ferner an die West London Extension-Bahn angeschlossen. Erstere Verbindung dient für den Verkehr der Betriebsmittel zwischen Werkstätte bezw. Schuppen und den betreffenden Abgangsstellen der Züge, die letztere wird vorzugsweise von Kohlenzügen befahren. Die Werkstätte gleicht in ihren Baulichkeiten manchen englischen Eisenbahnwerkstätten: beschränkt in ihren Abmessungen, sehr einfach

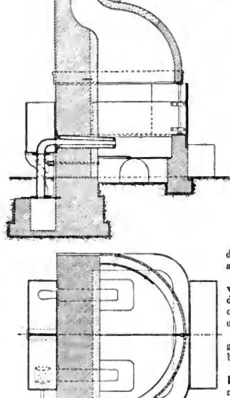


Fig. 105.
Schmiedefeuer.

der grofsartigen Wagenwerkstätte der Midland-Bahn zu Derby ausgeführt ist.

Je zwei zusammengehörige Feuer sind durch eine Blechwand von einander getrennt. Die Längsseite ist nach aufsen durch eine feststehende gebogene Blechwand abgeschlossen; oberhalb der Arbeitsöffnung ist ein Blech beweglich aufgehängt, um auch gröfsere Schmiedestücke leicht einbringen zu können.

Das Ziegelgewölbe des Rauchfangs stützt sich auf einen gusseisernen Ring; seine Haltbarkeit wird als eine sehr gute bezeichnet. Weitere Einzelheiten sind aus der Figur erkennbar.

In Lillie Bridge Yard werden 250 Arbeiter beschäftigt. Die eigentliche Arbeitszeit beträgt wöchentlich 54 Stunden, und zwar je 9½ Stunden an den Tagen Montag bis Freitag und 6½ Stunden am Sonnabend. Die Tageseinteilung der 5 ersten Wochentage ist folgende:

6	bis 8½ Uhr	vormittags	:	Arbeit,
8½	bis 9	»	»	: Frühstück,
9	bis 1	»	»	: Arbeit,
1	bis 2	»	mittags	: Mittagessen,
2	bis 5	»	nachmittags	: Arbeit.

Sonnabends wird von 6 bis 8½ Uhr und von 9 bis 1 Uhr gearbeitet. Von 1 Uhr mittags bis zum Montag Morgen, also während 41 Stunden, ruht die Arbeit. Die Arbeiter pflegen im allgemeinen am Sonnabend Nachmittag und Abend sich für die stillen englischen Sonntage zu entschädigen.

An ungefähr 10 bis 12 Tagen im Jahre wird offiziell gefeiert, und zwar während je 3 Tage am Oster-, Pfingst- und Weihnachtsfeste und sonst noch an einigen sogenannten Bankfeiertagen.

Die Zeiteinteilung in der Metropolitan-Werkstätte ist etwas von der vorstehenden verschieden. An den 5 ersten Wochentagen wird je 9¾ Stunden gearbeitet, und zwar von 6 bis 8¼ und von 9 bis 1 Uhr vormittags sowie von 2 bis 5½ Uhr nachmittags; Sonnabends dagegen von 6 bis 8¼ und von 9 bis 12 Uhr vormittags. Die gesammte Arbeitszeit beträgt auch hier wieder 54 Stunden. Von Sonnabend Mittag 12 Uhr ab findet eine 42stündige Ruhe statt. Bemerkenswert ist bei beiden Werkstätten die verhältnismäfsige frühe Beendigung der Arbeit am Nachmittage, die bei der Metropolitan-Bahn um 5½, bei der District-Bahn sogar um 5 Uhr schon erfolgt.

Der mittlere Wochenverdienst tüchtiger Handwerker wurde mir in der Eisenbahnwerkstätte wie folgt angegeben: für Rottenführer (chargemen) 38—40 ℳ, Schmiede 34 bis 38 ℳ, Maschinenschlosser 34 bis 36 ℳ, Dreher 24 bis 34 ℳ, Handlanger 20 ℳ.

b) Neasdener Werkstätte. Die Neasdener Werkstätte ist im Gegensatz zu der vorgenannten sehr geräumig gehalten, Dächer mit Oberlicht, die Seitenwände gröfstenteils ohne Fenster, der Werkstattshof dagegen ist sehr geräumig.

Die Lokomotivwerkstatt, welche 7 bis 8 Lokomotiven aufzunehmen vermag, bietet nichts bemerkenswertes.

Die Dreherei enthält gute Werkzeugmaschinen. Ihre zwischen zwei Eisensäulen eingebaute kleine Betriebsmaschine ist von gedrängter Bauart. Es ist eine drüben verbreitete Maschinengattung und u. a. auch in den verschiedenen Werkstatträumen der Lokomotivfabrik von Beyer, Peacock & Co. in Benutzung. Sämmtliche Werkzeugmaschinen haben rot angestrichene Gestelle, damit Schmutz leicht bemerkt und beseitigt werden kann.

Der Betriebskessel wird durch Fettgasteer geheizt[1]), der in der mit der Werkstatt verbundenen Pintsch'schen Fettgasanstalt gewonnen wird. Das Fettgas wird mittels 2 Doppelpumpen und einer einfachen Pumpe in 6 Behältern auf 9 Atm. zusammengepresst. Leitungen führen es von hier nach Hammersmith und Earl's Court; den übrigen Stationen wird es durch Gaswagen zugeleitet.

Die Schmiede enthält 7 Feuer, die, wie drüben allgemein üblich, durch Blechmäntel soweit zugesetzt sind, dass nur eine verhältnismäfsig kleine Arbeitsöffnung verbleibt. Der Rauch kann aus diesem Grunde nicht in das Werkstattsinnere dringen; auch das Ausstrahlen der Wärme wird erheblich gemindert. Infolgedessen fallen die englischen Schmiedewerkstätten durch ihre Reinlichkeit und Helligkeit auf; auch die Schmiedeleute stechen vorteilhaft gegen die oft sehr dunkeln und rufsigen Gestalten festländischer Schmieden ab. In Fig. 105 ist eine neuere Anordnung solcher Schmiedefeuer wiedergegeben, wie sie u. a. in grofser Zahl für zwei- und vierfache Feuer in

[1]) S. 44.

wie auch der Lageplan Fig. 106 erkennen läfst. Die Werkstattsgebäude sind in gefälliger und keineswegs nüchterner Form zur Ausführung gebracht. Auffallend ist die Gruppirung der vorzugsweise der Reparatur der Lokomotiven dienenden Arbeitsräume unmittelbar neben einander, eine Anordnung, die drüben vielfach anzutreffen ist. So sind in der Neasdener Werkstätte der Lokomotivmontirungsraum, die Dreherei und Schlosserei, die Schmiede- und Kesselschmiede nur durch je eine Längswand von einander getrennt, und an den letztgenannten Arbeitsraum lehnt sich noch das Kesselhaus an. Der leitende Gedanke dieser Bauart ist — abgesehen von den geringer ausfallenden Baukosten — ohne Zweifel wohl der gewesen, thunlichst den Transport der schweren Einzelteile der Betriebsmittel einzuschränken.

Zweckmäfsig ist die Lage der einzelnen Gebäude sowohl zu einander als auch gegen die von der Neasdener Station abzweigenden Zuführungsgeleise gewählt, wie aus dem Lageplan ersichtlich. Die kleineren Werkstattsbauten, wie Gelbgiefserei, Magazine, Fettgasanstalten (2 Stück Pintsch'schen Systemes) sind in einer Reihe parallel den Hauptgeleisen errichtet.

Die Wagenwerkstatt ist 60 m lang, 49 m breit und enthält, gleichwie der Lokomotivmontirungsraum, 10 Stände. Ebenso grofs ist auch der Maler- bezw. Lackirschuppen, der etwas reichlich bemessen erscheint. Die 3 gröfseren Werkstattsgebäude besitzen Oberlicht, was für die unmittelbar an die Lokomotivreparaturwerkstätte stofsenden zwei bezw. drei Räume allerdings geboten war. Die Tageserleuchtung ist sehr gut. Wagenwerkstatt wie Lackirerei sind vierschiffig (senkrecht zum Geleis), ihre Dachkonstruktion (Glas-Satteldach) wird von genieteten **I**-Trägern und gusseisernen Säulen getragen. In jedem Schiff hängen 2 parallele Reihen Gasflammen. Der Fufsboden ist mit Holzpflasterung versehen.

Das Heben (Hochnehmen) der zwei- und vierachsigen Wagen geschieht mittels hydraulischer Winden (hydraulic jacks). Fig. 107 giebt eine Ausführung wieder, wie sie auf der Metropolitan-Bahn, auch bei Stopfarbeiten im Geleis zum Anheben des letzteren (vergl. Abschnitt III, Oberbau, S. 28) benutzt wird. Gegen zu weites Heben des Cylindermantels sichert eine in ihm vorhandene kleine Oeffnung, durch welche das überschüssige Wasser abfliefst, wenn der Mantel seine Grenzstellung erreicht. Das Prinzip ist für die zum Wagenheben benutzten Winden das gleiche, nur dient hier oftmals nicht eine Mantelklaue als Auflager für die zu hebende Last, sondern der Kopf eines oben aus der Winde tretenden Stempels.

Die Hubkraft der Wagenwinden beträgt 15 t. Für Lokomotiven werden Winden von 20 t Tragfähigkeit verwandt.

Die Winden werden auch benutzt, um entgleiste Wagen wieder auf die Schienen zu bringen. Man sprach sich in Neasden sehr zufrieden über sie aus. Sie sind der bekannten Tangye'schen Fabrik in Birmingham patentirt und werden drüben vielfach angetroffen.

Fig. 107.

Hydraulische Winde.

Beiderseits der Wagenwerkstatt liegt je eine unversenkte, durch Handwinde zu bewegende, 12,2 m lange Schiebebühne. Sie läuft mittels kleiner, gruppenweise zu je 3 gelagerten Rollen auf einem 5schienigen Geleise, dessen äufserste Stränge 39' = 11,88 m Abstand von einander besitzen. Eine versenkte kürzere Schiebebühne liegt neben der Lokomotivwerkstatt. Innerhalb der Werkstatträume sind keine Schiebebühnen angeordnet. Das Hochnehmen der Kessel und sonstiger schwerer Lokomotivteile erfolgt in letzterer mittels eines durch Baumwollenseil bewegten Laufkranes, der in englischen Werkstätten (Crewe, Gateshead, Inverness u. a.) allgemeiner in Benutzung steht als bei uns. Erwähnung verdient in der Lokomotivwerkstatt die auch in Gateshead u. a. O. zu findende sehr zweckmäfsige Anordnung einer in ihrer ganzen Länge sich oberhalb der Ausfahrthore hinziehenden Betriebswelle. Sie wird von der benachbarten Dreherei durch ein Baumwollenseil angetrieben und dient dazu, die beim Ausbohren der Dampfcylinder an den Lokomotiven benutzten Apparate in Thätigkeit zu setzen. Zu dem Zwecke sind auf ihr für jeden der 10 Geleisstände und entsprechend der Cylinderentfernung 2 kleine Seilscheiben von 340 mm Dmr. aufgekeilt, welche mittels eines 16 mm starken Baumwollenseiles die Seilscheiben der Bohrapparate antreiben.

Unter den übrigen Werkstatträumen bietet die Dreherei mancherlei bemerkenswertes. Sie ist zweischiffig. Jede der beiden Langseiten besitzt ihre Betriebswelle, welche je für sich durch eine höchst einfach gebaute Dampfmaschine bewegt wird. Der Dampfcylinder ist senkrecht zwischen 2 Säulen gestützt.

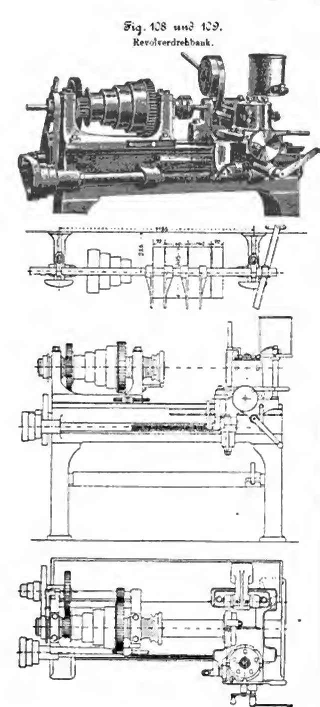
Unter den zahlreichen Werkzeugmaschinen sei hier eine **Drehbank** zum Schneiden von Bolzen, namentlich von Schraubbolzen aus Rundeisen bezw. Stangenkupfer, hervorgehoben, gebaut von Smith & Coventry in Manchester, Fig. 108 und 109. Die Spindel, aus Schweifseisen hergestellt und gehärtet, ist hohl und nimmt im Innern das Rundeisen bezw. Rundkupfer auf. Sie trägt vorn einen Zentrirkopf zur Auf-

Fig. 106.

Grundriss der Neasdener Reparaturwerkstätte.



Fig. 108 und 109.
Revolverdrehbank.



nahme von Spannstücken, die durch eine aufgeschraubte Ueberfallmutter nach innen gepresst werden und dadurch das Arbeitsstück festhalten. Der mit Revolverkopf ausgestattete Support hat selbstthätigen Vorschub und solchen von Hand mittels Zahnstange und Zahnrades. Der Revolverkopf besitzt 5 Werkzeuge zum Drehen, Ablängen usw. Ein Sellers'scher Schneidkopf mit 3 Zähnen, dessen Tragarm um eine wagerechte Achse drehbar gelagert ist und daher leicht ein- und schnell wieder ausgeschwungen werden kann, dient zum Gewindeschneiden. Die zum Drehen und Gewindeschneiden erforderlichen verschiedenen Geschwindigkeiten werden wie gewöhnlich durch ein Deckenvorgelege mit 4 Riemscheiben erzielt.

Die Bank ist in ihrer Arbeit vielseitig und sehr leistungsfähig. Nach den mir in Neasden gemachten Angaben wurden vor ihrer Beschaffung für das Fertigstellen (Schmieden, Zentriren, Drehen usw.) von 144 Stück $^7/_8$zölligen kupfernen Stehbolzen 13 sh. 2 d. = 13 ℳ 16$^2/_3$ Pfg. gezahlt, wovon 10 ℳ auf Schmieden, 2 ℳ auf Drehen und 1 ℳ 16$^2/_3$ Pfg. auf Gewindeschneiden entfielen; jetzt werden für das auf der Bank erfolgende Fertigstellen derselben Zahl von Stehbolzen 3 ℳ gezahlt. Die Kupferbolzen werden in 2 Gängen fertig geschnitten. Es wird dabei ein Reitstock benutzt. Streckung des Gewindes soll nicht merkbar sein. Die Stehbolzen werden selbstthätig auf der Maschine in der Mitte um 2 mm im Durchmesser schwächer gedreht, während bei uns bekanntlich das Gewinde im mittleren Bolzenteile fortgeschnitten wird.

Die Bank schneidet auch glatte Bolzen mit Kopf von $^1/_4$" bis $1^1/_4$" (6 bis 32 mm) Dmr. aus dem vollen Rundeisen. Für das Drehen und Abstechen von je 12 Bolzen wird durchweg 25 Pfg. gezahlt.

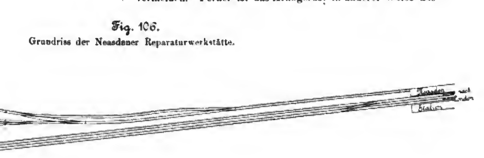
Wagen- und Lokomotivschraubenkupplungen sowie ähnliche in größerer Zahl herzustellende Schraubengewinde werden auf kleinen, von Knaben bedienten Bänken mittels ungeteilter Schneideisen in einem Gange geschnitten, ein Verfahren, das auch in anderen englischen Eisenbahnwerkstätten und Fabriken üblich ist, wie beispielsweise in der vorzüglich eingerichteten grofsen Eisengiefserei von Anderston in Middlesbro'.

Die gröfseren Werkzeugmaschinen, wie Achsen- und Räderdrehbänke usw., sind in langen Reihen neben einander aufgestellt. Die Arbeitsstücke werden ihnen mittels eines sog. Ramsbottomschen Seilkranes (walking crane) zugeführt.

Derartige Krane werden mit Vorteil da verwandt, wo die Höhe des Gebäudes die Anlage eines Laufkranes ausschliefst und wo zwei Reihen Werkzeugmaschinen durch einen Kran bedient werden sollen. Die Kraftzuleitung erfolgt bekanntlich hierbei durch ein oberhalb des Kranes liegendes endloses, die Werkstatt in der ganzen erforderlichen Länge durchziehendes Baumwollenseil, von dem aus eine Rolle unter Vermittelung zweier Leitungsrollen die Kraft auf eine innerhalb des Krangerüstes liegende senkrechte Welle überträgt. Die Mitte dieser Welle fällt mit der Mitte der Drehzapfen des Kranes zusammen; infolgedessen kann der Kranausleger eine vollständige Drehung um 360° ausführen.

Der Neasdener Kran, in der Fabrik von Vaughan & Son in Manchester gebaut, weicht von den bei uns bekannt gewordenen Konstruktionen dieser Art wesentlich ab. Während bei der Ramsbottom'schen Anordnung Reibungsgetriebe für die Lastwinde und die Fortbewegung des Kranwagens verwandt werden, erfolgt hier die Kraftabgabe durch Riemen, um die bei Reibungsrädern auftretenden Stöfse sowie das Gleiten zu vermeiden. Ferner ist das Krangerüst in anderer Weise aus-

Fig. 106.
Grundriss der Neasdener Reparaturwerkstätte.



geführt. Fig. 110 zeigt eine äußere Ansicht dieses Vaughanschen Kranes. Das gesammte Gerüst mit den Kraftübersetzungen wird von einem kastenförmigen **zweirädrigen** Wagen getragen, der auf einer mit dem Fußboden bündig liegenden Schiene läuft, während er sich oben mittels loser Führungsrollen gegen 2 an den Dachbindern aufgehängte **I**-Schienen stützt. Der Wagen trägt in der Mitte eine senkrechte Säule, welche dem Ausleger als Widerlager dient.

Die Geschwindigkeit des Baumwollenseiles giebt **Vaughan** zu 2000' i. d. Min., d. i. 10,16 m i. d. Sek. an, während bekanntlich **Ramsbottom** eine Seilgeschwindigkeit von 25 m anwandte. Diese Geschwindigkeit wird durch Schneckenräder verlangsamt. Die Kraftabgabe für die Windevorrichtung wird durch einen offenen und gekreuzten Riemen bewirkt, derart, dass das Senken etwa 60 pCt schneller erfolgt als das Heben.

Das Drehen des Kranes erfolgt durch Ziehen an der Lastkette. Das Heben und Senken der Last wird durch Auflegen des gekreuzten bezw. des offenen Riemens auf die betreffende feste Rolle bewirkt. Jeder der beiden Riemen hat seinen eigenen Aufleger. Letztere liegen hinter einander, decken sich daher in Fig. 110. Ihre Auf- und Abwärtsbewegung erfolgt durch Auf- und Abwärtsbewegen eines Handhebels, wodurch eine 2 Keilscheiben tragende Welle entsprechend gedreht wird. Zwei dünne Drahtseile übertragen diese Bewegung auf je eine obere Keilscheibe, deren gemeinsame Welle 2 gegen einander versetzte Daumen trägt. Jeder der letzteren greift in einen entsprechenden Ausschnitt des zugehörigen Riemenauflegers. Bewegt der Arbeiter den Hebel nach unten, so wird der gekreuzte Riemen auf die Festrolle gelegt und die Last gehoben; wird dagegen der Hebel aus der wagerechten Stellung nach oben hin bewegt, so wird der offene Riemen aufgebracht und die Last gesenkt.

Der Mechanismus zum Fortbewegen des ganzen Krans liegt innerhalb des Wagenkastens und besteht aus Riemen-, Kegelräder- und Stirnräderübersetzung. Der Kran wird in der Regel so fortbewegt, dass der Ausleger in die Bewegungsrichtung fällt. Letzterer ist unten gegen die Kransäule mittels zweier Reibrollen abgestützt.

Die Bedienung des Kranes ist einfach, das Ein- und Ausrücken des Bewegungsmechanismus für das Heben und Senken der Last sowie für das Fortbewegen des Kranes erfolgen schnell und sanft; dabei beansprucht der Kran nur geringen Raum.

Erwähnt mag werden, dass Vaughan & Son auch Laufkrane mit ähnlicher Betriebsanordnung bauen. Sie weisen u. a. die Neuerung auf, dass das die Last aufnehmende Hakengelenk zwecks leichterer Drehung der hochgewundenen Last auf einer Anzahl konischer Stahlrollen, Fig. 111, aufliegt. Die Vorrichtung ist der genannten Fabrik patentirt.

In der Kesselschmiede waren zur Zeit meines letzten Besuches mehrere Lokomotiv-Stahlkessel im Bau. Sämmtliche Kesselbleche werden hier sorgfältig geprüft. In der Dreherei befindet sich in einem besonderen Häuschen eine große Zerreißmaschine. Die Stahlbleche werden Zerreiß- und Biegeproben unterworfen. Letztere werden auch mit solchen Blechstreifen vorgenommen, die zuvor dunkelrot erwärmt und dann in Wasser abgekühlt worden sind. Hierbei darf keine Härtung eintreten. Die Streifen werden an beiden Enden um 180° kalt umgebogen. Bleche, die bei dem Abkühlen auch nur den geringsten Härtegrad annehmen, werden verworfen. Die Stärke des verarbeiteten Stahlbleches beträgt beim Langkessel $\frac{1}{2}$" = 12,7 mm, bei der Feuerlochwand $\frac{9}{16}$" = 14,3 mm und bei der vorderen Rohrwand $\frac{3}{4}$" = 19 mm. Stahl- bezw. Flusseisenbleche werden übrigens zur Zeit im englischen Lokomotivbau in ausgedehnter Weise für Kessel verwandt.

Das zu den Feuerbüchsen bestimmte Kupferblech wird nur einer Biegeprobe, keiner Zerreißprobe, unterzogen, indem ein Streifen zu einer **S**-Schleife so weit gebogen wird, bis die Enden auf dem mittleren Teil aufliegen. Stangenkupfer wird wie bei uns zerrissen.

Schließlich sei noch angeführt, dass zu den Tragfedern der Lokomotiven und Wagen nicht, wie auf deutschen Bahnen, gerippter Stahl, sondern glatter Stahl benutzt wird. Das Verschieben der einzelnen Federlagen gegen einander wird dadurch verhindert, dass an jedem Blattende eine 4 bis 5 mm

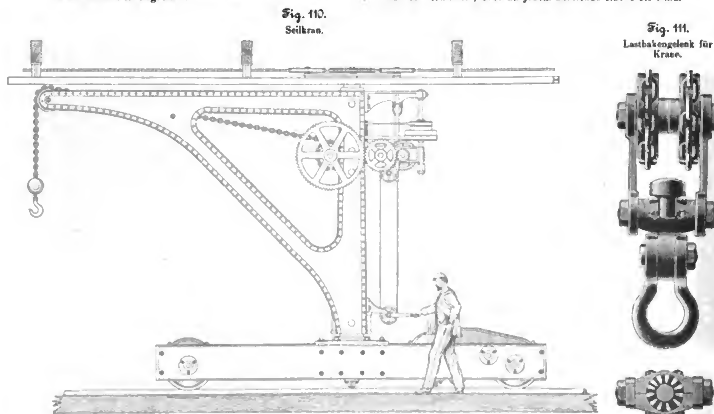


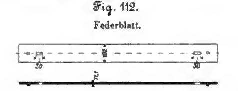
Fig. 110.
Seilkran.

Fig. 111.
Lasthakengelenk für Krane.

hohe Nase angedrückt wird. Fig. 112, welche in einen länglichen, 30 mm langen Schlitz des anderen Blattes eingreift. Der Federstahl für Wagenfedern ist 4" = 102 mm breit und $^{7}/_{16}$" = 11,1 mm stark.

Fig. 112.

Federblatt.



Bezüglich der Schmiedefeuer usw. gilt das über Lillie Bridge Yard gesagte, ebenso auch betreffs des Wochenlohnes.

Die Holzbearbeitungwerkstatt ist in einem besonderen, von den übrigen Baulichkeiten völlig getrennt gelegenen Gebäude untergebracht und enthält die üblichen Spezialmaschinen, deren Antrieb unterirdisch erfolgt. Die liegende eincylindrige Dampfmaschine ist ebenfalls im Kellergeschoss untergebracht, um sie besser gegen Staub zu schützen und oben Raum zu gewinnen. Die Werkstatt ist hell (Seitenfenster) und geräumig; ihr Fufsboden ist mit Zement abgedeckt.

In dem frei liegenden und daher eine gute Lüftung des Innern gestattenden Holzschuppen wird ein etwa zweijähriger Bestand an Holz gehalten und die Auswahl der verschiedenen Holzarten, wie amerikanische Eiche, indisches Teakholz, Pitch Pine, Mahagoni und Kiefer, mit grofser Sorgfalt vorgenommen.

Die Zahl der Arbeiter beträgt insgesammt 460.

Bei beiden Werkstätten ist die grofse Sauberkeit und Ordnung sowohl im Innern der Gebäude als auch auf dem Werkstatthofe anzuerkennen.

V. Zugbeförderung, Verkehrsverhältnisse, Anlage- und Betriebskosten, Organisation.

Zugbeförderung.

Wer je auf den Londoner Untergrundbahnen gefahren ist und auf ihren Stationen verweilt hat, ist mit Recht erstaunt gewesen über die grofse Zahl der Züge, die dort in so sicherer Weise im dunklen Schofs der Erde gefahren werden. Zug auf Zug rollt in scheinbar endloser Folge an dem Beobachter vorüber. Folgen sich ja auf den Hauptstrecken in den lebhafteren Verkehrsstunden in jeder Fahrtrichtung 19 Personenzüge stündlich, also in durchschnittlich je 3 Minuten ein Zug. Ein Teil der Züge wird sogar mit zweiminutlicher Zwischenzeit gefahren, und zwar auf der District-Linie, auf der die Stationen einander sehr nahe liegen. Die hierdurch gegebenen kurzen Blockstrecken, die bis auf 300 m herabgehen (Mansion House — Cannon-Street), sind durch die im Vergleich zu den Hauptbahnen verhältnismäfsig geringen Zuggeschwindigkeiten ermöglicht. Letztere sind weiter unten noch näher erörtert.

Für den Fremden ist der Verkehr auf den unterirdischen Linien anfangs gerade nicht sonderlich behaglich. Es gehört auch hier eine gewisse Uebung und Gewöhnung dazu, um sich leicht und schnell zurecht zu finden. Ist man aus der hellen Tagesluft unten auf der matt erleuchteten Station angelangt, so sucht sich das Auge zunächst an die neue Umgebung zu gewöhnen. Aufser dem auf einer Anzahl Stationen wahrnehmbaren kurzen Klingeln der elektrischen Glocke in der nahen Signalbude und dem bald darnach erfolgenden dumpfen seltsam dröhnenden Gebrause kündigt nichts das Nahen eines Zuges an. Mit ziemlich grofser Geschwindigkeit fährt der Zug aus der dunklen Tunnelmündung vor den Bahnsteig, an welchem er fast plötzlich anhält. Die Insassen des Zuges öffnen sich selbst die Wagenthüren. In dem entstehenden Hasten und Drängen sucht der Neuling nach einem Platz in der betreffenden Wagenklasse. Doch alle Abteile des Wagens scheinen besetzt zu sein. Er geht zum nächsten Wagen — zu spät, der Zug fährt bereits wieder ab, ohne dass ein Ankündigungssignal seitens der Station vernehmbar war. Hier mahnt keine Stationsglocke und keine Trillerpfeife zum Einsteigen, kein Ruf des Personals zur Abfahrt ertönt, der kurze, schwache Püff der Lokomotive wird in dem hastenden Gedränge leicht überhört und ohne sonderliches Geräusch setzt sich der Zug in Bewegung. Die etwa offen gelassenen Wagenthüren werden von einem Stationsbeamten während der Vorüberfahrt des Zuges am Bahnsteige zugeschlagen, und einen Augenblick später sind die roten Schlusslaternen des Zuges auch schon wieder in dem Tunnel verschwunden. Man erwartet den nächsten Zug, läuft bei diesem jedoch vielleicht Gefahr, nach einem falschen Ziele geführt zu werden, beispielsweise statt nach der gewünschten Station des Innenringes nach einer des Aufsenringes oder gar nach der einer Zweigstrecke. Wohl führen diese verschiedenen Züge bestimmte Unterscheidungsmerkmale vorn an der Lokomotive, wie: Namen der Endstation der betr. Zugfahrt und verschieden gruppirte bezw. gefärbte Laternen; allein bei dem trüben Stationslicht und dem verhältnismäfsig schnellen Einlaufen der Züge helfen derartige Zeichen nur dem Kundigen. Sehr bald gewöhnt sich jedoch auch der Fremde an den eigenartigen Betrieb und lernt die verschiedenen Hilfsmittel für das Auffinden des richtigen Zuges kennen und anwenden. Mit Hilfe einer Karte des Londoner Eisenbahnnetzes findet er dann auch im Zuge leicht seine Aussteigestation.

Das Erkennen des richtigen Zuges ist übrigens auf vielen Stationen durch die im Abschnitt II S. 17 beschriebenen Zuganzeiger erleichtert. Ferner erteilen natürlich auch die Bahnbeamten, die allerdings nur spärlich vertreten sind, auf Befragen Auskunft, und endlich gewährt auch das gebräuchliche Fahrkartensystem einige Erleichterung in diesem Punkte.

Die am Schalter oben gelösten Fahrkarten werden auf den kleineren Stationen unten am Zugange zu dem Bahnsteige von einem Beamten, dem sog. Ticket Examiner, nachgesehen, auf den gröfseren Stationen dagegen am Zugange zu der gemeinschaftlichen Geleisüberbrückung, von der aus die verschiedenen Bahnsteige mittels Treppen erreicht werden. Diese sind durch die im Abschnitt II erwähnten Buchstaben-Anschriften besonders kenntlich gemacht, und die gleiche Bezeichnung ist auch auf die Mitte beider Seiten der betreffenden Fahrkarten gedruckt. Der Vollständigkeit wegen muss hier noch angeführt werden, dass die Rückfahrkarten zwischen gewissen Stationen (Kensington-High Street und Mansion House usw.) mit einem E und J bezw. einem E und O überdruckt sind. Der Buchstabe E (Either rail) steht stets auf der für die Rückfahrt gültigen Kartenhälfte und bedeutet, dass der Karteninhaber die Rückreise entweder über die nördliche oder über die südliche Hälfte des Innenringes ausführen kann, also sowohl von dem Bahnsteig des Innen- als auch des Aufsengeleises. Die Hinreise muss jedoch stets auf dem einen durch das J (Inner rail) oder O (Outer rail) vorgeschriebenen Wege zurückgelegt werden. Eine kurze Zeit lang nach Eröffnung der 1884 vollendeten Schlussstrecke des Innenringes wurden auch Einzelkarten mit E für diese Stationsstrecken verkauft, sodass der Inhaber die Fahrtrichtung wählen konnte und nicht nach dem sonst vorgeschriebenen einen Bahnsteig zu sehen hatte.

Während der Fahrt findet für gewöhnlich keine bahnseitige Nachfrage nach den Fahrkarten statt. Eine solche würde wegen der kurzen Fahrtdauer zwischen 2 benachbarten Stationen und wegen der meist starken Besetzung der (Kupee-) Wagen schwierig und auch infolge des geringen lichten Querschnittes der Tunnel und Einschnitte für einen von Wagen zu Wagen gehenden Beamten unmöglich sein. Eine Revision einzelner Abteile findet allerdings zuweilen statt. Der revidirende Beamte muss dann in dem betreffenden Kupee selbst mitfahren. Es scheint dieses aber im ganzen nur selten der Fall zu sein, da mir während einer mehrwöchentlichen häufigen Benutzung der Untergrundzüge kein Fall persönlich bekannt ist. Beim Verlassen der Ankunftstation werden die Karten von dem am Ausgange stehenden Ticket Collector abgenommen. Aehnlich wird bekanntlich auch auf der Berliner Stadtbahn verfahren, deren Betrieb in manchen Punkten sich an den der Londoner Untergrundbahnen anlehnt. Rückfahrkarten werden nach beendeter Hinfahrt in der Mitte abgetrennt und die entsprechende Kartenhälfte einbehalten,

während die andere Hälfte dem Inhaber für die Rückfahrt verbleibt.

Auf manchen Stationen, auf denen Zu- und Ausgang unmittelbar neben einander liegen, wie z. B. auf Gower Street-Station, sieht derselbe Beamte sämmtliche Karten nach und sammelt die benutzten ein; er ist also hier Examiner und Collector zugleich. Die Zugangstreppe zum Bahnsteige wird in solchem Falle beim Einlaufen des Zuges durch eine Schranke abgesperrt, nach Abfahrt des Zuges wieder freigegeben. Aehnlich wird auch auf Stationen mit besonderen Zugangs- und Ausgangstreppen verfahren. Der Ticket Examiner an der Zugangstreppe sperrt diese beim Einlaufen eines Zuges ab, geht an das vordere Zugende und schliefst bei Abfahrt des Zuges dessen Thüren, stellt gegebenenfalls den Zuganzeiger für den nächsten Zug ein und öffnet hierauf wieder den Zugang der Plattform. Durch dieses Verfahren wird einmal an Personal gespart, sodann finden dadurch auch viele der mit dem Zuge ankommenden Reisenden leichter die Ausgangstreppe, was andernfalls namentlich bei den Inselbahnsteigen (High Street, King's Cross usw.), auf denen beide Treppen oft dicht hinter einander liegen, zu Irrungen Anlass geben könnte. Uebrigens ist die Schranke nicht immer ein unübersteigbares Hindernis. Ich sah beispielsweise in Kensington-High Street einen Reisenden über eine solche setzen und in den bereits abfahrenden Zug springen. Im allgemeinen schreiten die englischen Beamten gegen Reisende, welche in einen abfahrenden Zug steigen, nicht ein, wie man dieses besonders im Vorortverkehr täglich wahrnehmen kann. Allerdings ist auch das Einsteigen in einen abfahrenden Zug drüben infolge der hohen Bahnsteige nicht so gefährlich wie bei uns. Verboten (unter Androhung einer Strafe bis zu 40 ℳ) ist es natürlich überall.

Fährt ein Reisender über das durch seine Fahrkarte bezeichnete Reiseziel hinaus, so kann er auf seinen Wunsch kostenfrei nach der richtigen Station zurückfahren; will er jedoch auf der falschen Station die Bahn verlassen, so hat er für die zu weit gefahrene Strecke den dieser entsprechenden Fahrbetrag zu entrichten. Diese nimmt gleichfalls der Ticket Collector entgegen, der als Quittung Papiermarken verabfolgt. Ein ähnliches Nachzahlungsverfahren besteht ja bekanntlich auch auf schweizer Bahnen.

Wird dagegen ein Reisender ohne gültige Karte betroffen, so wird für die nachweislich durchfahrene Strecke der einfache Preis der Fahrkarte ohne Strafzuschlag erhoben. Weigert er sich aber, den betr. Fahrbetrag zu zahlen, oder wird gar böswillige Absicht erkannt, so hat er seinen Namen und Adresse abzugeben und verfällt in eine Geldstrafe bis zu 40 ℳ; aufserdem hat er den Fahrpreis, unter Umständen von der Abgangsstation des Zuges ab, zu zahlen. Auch wird wohl der Name des Uebelthäters auf der Station mit einem entsprechenden Vermerk angeschlagen — ein jedenfalls wirksames Abschreckungsmittel! Anderseits werden auch die Bahngesellschaften scharf geahndet, wenn sie sich Uebergriffe gegen Reisende zu schulden kommen lassen und diese gerichtlich gegen sie vorgehen; denn nur der mit Absicht ausgeführte Betrug giebt ein Recht auf Strafverfolgung (»it is the intention to defraud that constitutes the offence«). Die Dienstanweisungen machen darum auch den Bahnbeamten unter ausdrücklicher Betonung dieses Rechtsgrundsatzes die gröfste Vorsicht in ihrem Verhalten gegen verdächtige Reisende zur Pflicht. Die Metropolitan-Bahn schreibt beispielsweise vor, dass, wenn ein Reisender seinen Namen verweigert, ihm nach seiner Wohnung gefolgt werden soll usw. Bei Namensnennung soll der Beamte sich thunlichst durch einen seitens der Post abgestempelten Briefumschlag oder eine gedruckte Karte von der Richtigkeit überzeugen.

Die Betriebszeit beginnt an Wochentagen morgens gegen 5 Uhr und endigt kurz nach Mitternacht, umfasst also etwa 19 Std. Nur auf den Widened Lines (King's Cross—Moorgate bezw. Farringdon Street) besteht ein 24stündiger Betrieb, der jedoch während der Nachtzeit sich nur auf Güterzüge erstreckt. An Sonntagen ist der Zugdienst erheblich eingeschränkt. Der erste Sonntagszug fährt um 7 Uhr 40 Min. von High Street (Kensington) ab, der letzte trifft von New Cross kommend um 12 Uhr 37 Min. in Earl's Court ein. Während der Kirchzeit, und zwar von 11 Uhr vormittags etwa bis 12 Uhr 47 Min. mittags, ruht jeglicher Bahnverkehr. Güterzüge werden auf den Widened Lines auch Sonntags in der Zeit von 12 Uhr nachts bis 11 Uhr 43 Min. vormittags gefahren, während sonst im allgemeinen auf englischen Bahnen der Güterverkehr an diesem Tage aufgehoben ist.

Die eigentlichen Stadtbahnzüge gehen vorzugsweise von den Stationen Mansion House, Aldgate, Hammersmith und Whitechapel bezw. New Cross aus, sodann auch von South Kensington, Moorgate Street und einigen anderen Stationen. Da die Stationen mit wenigen Ausnahmen keine Aufstellungsgeleise für Wagenzüge besitzen, so müssen diese früh morgens von Lillie Bridge Yard, Edgware Road usw. leer nach den verschiedenen Abgangsstationen gefahren werden, abends wieder zurück; infolgedessen sind vor Beginn und nach Schluss des Personenverkehrs sehr zahlreiche Leerzüge und Leerlokomotiven zu befördern. Die Frühzüge der Widened Lines laufen meist von Londoner Vororten aus. (Vergl. Abschnitt I S. 5.)

Nach der Zuggattung unterscheidet man:

1. Personenzüge . . . Passenger trains
2. Arbeiterzüge . . . Workmen »
3. Güterzüge . . . . Goods »
4. Kohlenzüge . . . . Coal »
5. Gaszüge . . . . . Gas »
6. Kieszüge . . . . . Ballast » ,

nach den Verwaltungen:

1. Metropolitan Railway trains
2. » District Ry. »
3. Great Western Ry. »
4. London and North Western Ry. trains
5. Great Northern Ry. trains
6. Midland Ry. »
7. South Eastern Ry. »
8. London Chatham and Dover Ry. »

Erheischt hiernach schon die Thätigkeit der Signalwärter, welche nach Abschnitt III jede Zuggattung vor Abfahrt des Zuges der betreffenden Nachbarstation zu signalisiren und auf den Abzweigstationen die betreffenden Weichen zu stellen haben, grofse Aufmerksamkeit, so gestaltet sich die Sache noch weit bunter, wenn man die seitens der Signalstationen zu unterscheidenden Züge an der Hand der Dienstfahrpläne zusammenstellt. Es ergeben sich alsdann für die einzelnen Strecken des Innenringes etwa 20 unterschiedliche Zugarten, während diese Zahl auf den Geleisen der Widened Lines gar auf 29 anwächst. Gewiss für die Signalwärter keine leichte Arbeit, zumal hier die Züge der verschiedenen Verwaltungen in fast stetig abwechselnder Reihenfolge dicht auf einander folgen. Innenring- und Widened-Linien haben, wie im Abschnitt I dargelegt ist, getrennten Betrieb; jedes dieser Geleisepaare hat seine eigene Signalbude, Fig. 4 und 115.

Die Gattung und das Endziel sämmtlicher Züge wird gekennzeichnet durch die Farbe und Gruppirung der Lokomotivlaternen, durch farbige und verschieden geformte Signalscheiben sowie durch Schilder mit dem Namen der Endstation der Züge vor der Rauchkammer bezw. dem Kohlenkasten. Beispielsweise führen die Lokomotiven der Innenring-Züge eine weifse Laterne auf der Bufferbohle und ein Schild, mit der Anschrift »Inner Circle«; die Personenzüge der Midland-Bahn zwischen King's Cross und Ludgate Hill (über Farringdon Street) je eine weifse Laterne über dem linken Buffer und vor dem Schornsteinfufs nebst einer weifsen Signalscheibe seitlich an der Lokomotive, während die zwischen King's Cross und Moorgate Street verkehrenden Personenzüge dieser Verwaltung 2 blaue Laternen über den Buffern und eine weifse Signalscheibe mit schwarzem Kreuz in der Mitte der Bufferbohle führen.

Sämmtliche Züge werden mit gleicher Geschwindigkeit gefahren. Eine Ueberholung irgend eines Zuges durch einen nachfolgenden ist auf allen Stationen grundsätzlich ausgeschlossen. Es müssen daher auch die am Tage zwischen den Personenzügen verkehrenden Güterzüge gleich schnell wie die ersteren gefahren werden. Infolgedessen besitzen diese Güterzüge auch nur eine geringe Wagenzahl, die sich gewöhnlich zwischen 20 und 22 hält. Die Personenzüge bestehen in der Regel aus der Lokomotive und je nach der

Bauart aus 6 bis 9 Personenwagen I. bis III. Klasse, und zwar auf der Metropolitan-Bahn, wie im Abschnitt IV, »Betriebsmittel«, bereits näher erörtert, aus 6 vierachsigen oder 9 zweiachsigen Wagen, auf der District-Bahn aus 9 zweiachsigen Wagen und weniger.

Die Wagen sind in solche für Raucher und Nichtraucher gesondert. Entgegen unserem Gebrauch sind, wie auf allen englischen Bahnen, die für Raucher bestimmten Abteile ausdrücklich als solche gekennzeichnet, indem das Wort »Smoking« entweder über bezw. an den Thüren oder auch an den Fenstern angebracht ist. In allen nicht so bezeichneten Abteilen ist das Rauchen strengstens untersagt und wird im Betretungsfalle bis zu 40 ℳ bestraft. Auch innerhalb der Stationen, auf den Bahnsteigen usw. ist das Rauchen nicht gestattet. Die Raucherabteile sind im allgemeinen, namentlich in der III. Wagenklasse, wenig sauber und oft mit einer unerträglichen Luft erfüllt. Besondere Abteile für Frauen giebt es nicht.

Die durchschnittliche Geschwindigkeit der Züge ohne Einrechnung des Aufenthalts auf den Stationen beträgt rd. 25 miles = 40 km i. d. Std. Sie steht zwar naturgemäfs gegen die Durchschnittsgeschwindigkeiten auf den englischen Hauptbahnen erheblich zurück, ist jedoch in anbetracht der aufserordentlich kurzen Stationsentfernungen und der sehr ungünstigen Neigungs- und Krümmungsverhältnisse der Bahn immerhin als eine nicht unbedeutende zu bezeichnen. Die auf dem Innenringe verkehrenden Züge durchfahren diese ganze Strecke (20,88 km) einschliefslich aller 26 Stationsaufenthalte in genau 70 Minuten; sie werden demnach mit einer mittleren Brutto-Geschwindigkeit von 17,9 km in der Stunde befördert. Der Aufenthalt auf den Stationen beträgt 15 bis 20 Sekunden, die Fahrzeit zwischen 2 benachbarten Stationen je nach der Entfernung meist 2 bis 3 Min., einschl. des Stationsaufenthaltes. Setzt man für letzteren sowie für den durch Anfahren und Anhalten entstehenden Zeitverlust durchschnittlich 1½ Min. für jede Station an, was mindestens verloren gehen dürfte, so ergiebt sich für die einmalige Rundfahrt eines auf dem Innenringgeleise laufenden Zuges ein Gesammtaufenthalt bezw. -Zeitverlust von rd. 40 Min., einschl. der 2 Min. Aufenthalt in High Street für Wassernehmen. Es bleibt sonach eine reine Fahrzeit von 70—40=30 Min., was einer gröfsten Durchschnittsgeschwindigkeit von 41,6 km i. d. Std. entsprechen würde. Je nach der Entfernung der Stationen von einander und den Gefällverhältnissen schwankt diese Geschwindigkeit zwischen 36 und 51 km.

Nach dem Dienstfahrplanbuche der District-Bahn sind für die einzelnen Abschnitte der im inneren Ring gelegenen Strecke Mansion House — South Kensington dieser Bahn folgende Fahrzeiten (in beiden Richtungen mafsgebend) vorgeschrieben:

Mansion House — Blackfriars	(624 m)	. . .	3 Min
Blackfriars — Temple	(764 »)	. . .	2 »
Temple — Charing Cross	(724 »)	. . .	2 »
Charing Cross — Westminster	(684 »)	. . .	2 »
Westminster — St. James' Park	(744 »)	. . .	2 »
St. James' Park — Victoria	(744 »)	. . .	2 »
Victoria — Sloane Square	(1026 »)	. . .	3 »
Sloane Square — South Kensington	(1247 »)	. . .	4 »
zusammen	6557 m	in	20 Min.

In diesen Zeiten ist der jedesmalige Aufenthalt auf der Ankunftsstation einbegriffen. Um unvermeidliche Verzögerungen auszugleichen und damit die festgesetzten Abfahrtszeiten auf den Endstationen Mansion House bezw. South Kensington inne halten zu können, ist für die in Rede stehende 6,55 km lange Strecke ein Zuschlag von 2 Min. gegeben. Zwischen der Abfahrt des betreffenden Zuges von der Mansion House-Station und der von South Kensington liegt daher insgesammt ein Zeitraum von 22 Min.

Die gröfste Entfernung zwischen 2 Stationen: King's Cross—Farringdon Street (1582,4 m) wird — eingerechnet den Aufenthalt auf der einen Station — in 3 bis 4 Min. durchfahren und zwar in der Richtung nach King's Cross in der kürzeren Zeit, in umgekehrter Richtung wegen der ungünstigeren Steigung (1 : 40) in 4 Min.

Die eigentlichen Ringzüge folgen sich in je 10 Minuten; es sind demnach auf jedem Geleis des Innenringes 7 solcher Züge gleichzeitig in Benutzung, insgesammt also 14. Diejenigen 7 Ringzüge, welche das äufsere Geleis (Outer rail) befahren, werden von der Metropolitan-Gesellschaft gestellt, während im Sommer 2 der auf dem Innengeleis (Inner rail) laufenden Ringzüge dieser, die anderen 5 dagegen der District-Bahn angehören; dagegen wird im Winter das Innengeleis von 7 District-Zügen befahren, die 2 Ringzüge der anderen Gesellschaft fallen dann aus. Die gleichzeitig auf dem Innenringe verkehrenden 14 Züge durchlaufen ihn täglich 12 bis 15, einzelne davon auch 16mal, legen also während des 18 bis 19stündigen Betriebes einen Gesammtweg von rd. 250 bis 330 km zurück.

Die Zugfolge ist auf allen Strecken des Innenrings nicht die gleiche. Während sie auf dem nördlichen und südlichen Geleiszug infolge der (64) Mittelring- und (66) Aufsenringzüge sowie der Hammersmith- und Richmond-Züge usw. am dichtesten ist, fällt sie für den östlichen Teil (Mansion House-Aldgate) kleiner und für den westlichen (Edgware Road-Glo'ster Road) am kleinsten aus. Eine Uebersicht der Zugfolge für 4 Stationen vorgenannter Geleisabschnitte des Innenringes giebt die folgende Tabelle V.

Tabelle V.

Strecke des Innenringes	Station	Züge innerhalb 1 Std.	Zeiträume zwischen je 2 auf einander folgenden Zügen		Tageszeit (vormittags)
			outer rail	inner rail	
südliche	Charing Cross	19	4 zu 2 Min. 8 » 3 » 4 » 4 » 2 » 6 »	2 zu 2 Min. 10 » 3 » 4 » 4 » 2 » 5 »	9^{18} — 10^{18}
östliche	Aldgate	13	6 » 3 » 1 » 4 » 4 » 7 » 1 » 10 »	6 » 3 » 2 » 4 » 2 » 7 » 2 » 10 »	9^{16} — 10^{16} [1]
nördliche	Baker Street	19	12 » 3 » 6 » 4 »	12 » 3 » 6 » 4 »	9^{17} — 10^{17}
westliche	Praed Street (Paddington)	7	6 » 10 »	6 » 10 »	9^{20} — 10^{20} [2]

Bemerkungen:

[1]) Von Aldgate laufen in dieser Zeit 2 Mittelring-Züge aus und 2 endigen daselbst.

[2]) Es verkehren hier nur Innenring-Züge.

In der verkehrsreichsten Zeit laufen demnach auf dem nördlichen und südlichen Abschnitte des Innenringes je 19 Züge innerhalb einer Stunde auf jedem der beiden Geleise, dagegen auf dem östlichen je 13, auf dem westlichen nur je 7. Der geringste Zeitraum zwischen 2 auf einander folgenden Zügen kommt auf der District-Linie vor und beträgt 2 Min. Die meisten Züge folgen sich in Zwischenräumen von 3 Min. In obiger Tabelle ist eine Stunde aus der verkehrsreichsten Zeit aufgeführt; für die übrigen Tagesstunden wechseln naturgemäfs für die drei ersten Strecken die Zugzahlen und ändert sich dementsprechend die Zugfolge.

Aehnliche Zahlen weisen die Widened Lines auf.

Wie auf allen englischen Bahnen üblich, laufen auch die Züge der Untergrundbahnen verhältnismäfsig schnell in die Stationen ein und fahren rasch, dabei sanft und im allgemeinen stofsfrei wieder ab. Das schnelle Einlaufen wird — abgesehen von dem gutgeschulten Personal — namentlich durch die durchgehenden Bremsen ermöglicht, mit denen alle Züge ausgestattet sind. Die Metropolitan-Bahn verwendet zur Zeit nach oben gesagtem die einfache Luftsaugebremse (Hardy), die District-Bahn die gewöhnliche (nicht selbstthätige) Westinghouse-Bremse. Die Untergrundzüge der anschliefsenden Hauptbahnen sind teils mit ersterer Bremse, teils mit der selbstthätigen Luftsauge-[1]) oder der selbstthätigen Luftdruckbremsvorrich-

[1]) Z. 1885 S. 438 und 455; 1891 S. 550.

tung[1]) ausgerüstet. Sämmtliche Bahnen müssen in kurzem ihre Personenzüge mit einer selbstthätigen durchgehenden Bremsanordnung ausgerüstet haben. (Vergl. Abschnitt IV, Wagen.)

Uebrigens sei hier bemerkt, dass auf den englischen Hauptbahnen die selbstthätige Luftsaugebremse und die selbstthätige Luftdruckbremse (Westinghouse) vorzugsweise in Verwendung sind, und zwar erfreut sich die erstere einer etwas ausgedehnteren Benutzung.

Aufser der durchgehenden Bremse besitzt jeder Untergrundzug im ersten und letzten Wagen eine Spindelbremse, welche im Falle einer Beschädigung oder Versagens jener von dem Zugbeamten im Dienstabteil in Thätigkeit gesetzt wird, gleich wie die Handbremse der Lokomotive seitens des Heizers. Die Dienstvorschriften besagen, dass die beiden zugbegleitenden Beamten (Guard und Under-Guard) bei Annäherung des Zuges an eine Abzweig- oder Kopfstation stets an der Bremskurbel stehen müssen, um diese sofort benutzen zu können. Ebenso müssen auch die Lokomotivführer in diesen Fällen ihre Züge so in der Gewalt haben, dass sie sie ohne Anwendung der durchgehenden Wagenbremse anzuhalten vermögen. Auf das stofsfreie Anhalten und Abfahren der Züge ist übrigens auch die straffe Kupplung der Wagen von Einfluss.

Der Beleuchtung der Züge durch Fettgas ist bereits im vorigen Abschnitt gedacht worden. Ihre vortrefflichen Eigenschaften werden drüben gebührend anerkannt. Die Londoner Untergrundbahnen sind übrigens neben der kleinen Mersey-Tunnelbahn wohl die einzigen Bahngebiete, deren gesammter Personenwagenpark Fettgas-Beleuchtung aufweist. Die Hauptbahnen haben bei ihren Zügen aufser dem Fettgas noch vielfach Oelbeleuchtung[2]) in Anwendung, einzelne in beschränktem Umfang auch elektrisches Licht. Letzteres hat die District-Bahn vor einigen Jahren versucht, jedoch nach unbefriedigendem Ergebnis wieder aufgegeben. Bezüglich der Untergrundzüge der Great Northern-Bahn ist bereits im vorigen Abschnitt bemerkt, dass die elektrische Beleuchtung wieder entfernt werden soll.[3])

[1]) Z. 1885 S. 1092; 1887 S. 658; 1891 S. 528.

[2]) Die bedeutendste Eisenbahn Englands, die London and North Western-Bahn, hat z. B. von ihren 4500 Personenwagen z. Z. nur etwa 1200 für Gaslicht eingerichtet; die übrigen besitzen Rüböllampen.

[3]) Die Great Northern-Bahn verwendet auf ihren Hauptlinien elektrisches Licht in ihren sehr reich ausgestatteten Speisewagen, in denen es durch Akkumulatoren, welche unter den Sitzplätzen in leicht auswechselbarer Form angebracht sind, erzeugt wird. Sonst ist nur noch die London, Brighton and South Coast-Bahn sowie die Midland-Bahn zu nennen. Erstere hat z. Z. 16 Züge elektrisch erleuchtet, die letztere 8; aufserdem hat auch die London and North Western-Bahn einen Versuchszug eingerichtet. Die Gesellschaft beabsichtigt jedoch vorläufig nicht, weitere Züge mit elektrischem Licht auszurüsten. Die Gesammtzahl der von den genannten Bahnverwaltungen mit diesem Licht ausgestatteten Wagen beläuft sich nach eingezogenen Erkundigungen auf ungefähr 440, ist also nicht beträchtlich.

Nur vereinzelt wird bei diesen Zügen die Dynamomaschine durch eine kleine schnelllaufende, auf der Lokomotive angebrachte Dampfmaschine (3 cylindrige Brotherhood-Maschine usw.) betrieben. In den meisten Fällen wird sie, wie es bei dem Great Northern-Untergrundzuge der Fall ist, durch eine Achse des Gepäckwagens in Bewegung gesetzt, in welchem sie auch Aufstellung gefunden hat. Ein hier ebenfalls untergebrachter Akkumulator dient sowohl bei der Great Northern- wie bei der South Coast-Bahn während des Stillstandes des Zuges als Lichtquelle. Die Midland-Bahn hat die Beleuchtung dahin erweitert, dass sie jedem Wagen seinen eigenen Akkumulator beigiebt; hierdurch hat sie unter anderem auch den Vorteil erreicht, diese Wagen als sogen. Slip-Wagen einstellen zu können, d. s. solche Wagen, welche während der Fahrt kurz vor derjenigen Station, auf der sie halten sollen, von dem die Station ohne Anhalten durchfahrenden Zuge abgekuppelt werden, ein Verfahren, das auf englischen Bahnen vielfach üblich ist und der Schnelligkeit der Personenbeförderung Vorschub leistet.

Der Vollständigkeit wegen muss auch die Untergrundbahn in Glasgow hier angeführt werden. Sie hat rd. 250 Personenwagen mit mehr als 3000 Glühlampen für elektrische Beleuchtung eingerichtet. Auf dieser Bahn werden die Züge während der Tageszeit bei Eintritt in eine Tunnelstrecke selbstthätig erleuchtet; beim Austritt erlischt das Licht selbstthätig. Jeder Wagen ist zu dem Zweck mit Schleifkontakten in Gestalt einer an jedem Ende des Untergestelles beweglich aufgehängten Stahlrolle usw. ausgerüstet, die in den Tunneln mit einer hier im Geleis isolirt verlegten Stahlschiene (Konduktor) in Berührung tritt und den dieser durch Kabel von den Dynamos zugeleiteten Strom entnimmt und zu den Lampen leitet. Die Rückleitung läuft vom Dach aus zu einer der Tragfedern und von da durch die Räder zu den Fahrschienen bezw. zur Erde. Bei den mit Holzscheibenrädern ausgerüsteten Wagen (vergl. Fig. 82) ist an einer Stelle zwischen den Klammerringen ein Kupferstreifen für die Uebertragung der Rückleitung eingelegt. Nach den in Glasgow gemachten Angaben soll sich diese elektrische Beleuchtungsart während der Tageszeit um ein drittel billiger als das Gaslicht stellen, wesentlich allerdings aus dem Grunde, weil das Gaslicht nicht so sparsam gebrannt, d. h. nicht auf die Tunnelstrecken beschränkt werden kann; während der Nachtzeit wird nur Gaslicht benutzt. Die Wagen sind für beide Beleuchtungsarten eingerichtet.

Eine Verbindung zwischen den Reisenden und dem Zugpersonale, um letzterem in Notfällen ein Zeichen zu geben (Intercommunication signal), ist nicht vorhanden; sie dürfte im allgemeinen auch zu entbehren sein, da die Züge keine längeren Strecken ohne Aufenthalt durchfahren, sondern stets nach wenigen Minuten Fahrzeit eine Station berühren. Eine derartige Verbindung braucht nach einer Vorschrift des Board of Trade nur bei denjenigen Personenzügen vorhanden zu sein, welche Strecken von mehr als 20 englische Meilen (32 km) ohne Aufenthalt zurücklegen.

Verkehrsverhältnisse.

Besonderes Interesse dürften einige Angaben über die Verkehrsstärke beanspruchen; ihnen sind die Dienstfahrpläne der Metropolitan- und der District-Bahngesellschaft sowie die im vorstehenden schon mehrfach erwähnten amtlichen Berichte dieser beiden Bahnen zu grunde gelegt.

a) Zahl der Züge.

I. Metropolitan Railway.

a)	Inner Circle-Züge in der Richtung von Aldgate über Mansion House (auf dem Outer Rail) nach Aldgate	101
	dazu 11 Züge, welche nur einen Teil des Inner Circle befahren	11
	in umgekehrter Richtung (auf dem Inner Rail) . .	26
	dazu 4 Züge, welche nur einen Teil des Inner Circle befahren	4
b)	Richmond- und Hammersmith-Züge von New Cross über King's Cross, Edgware Road, Westbourne Park, Latimer Road nach beiden vorgenannten Orten laufend und umgekehrt, je 108 Züge	216
c)	Middle Circle-Züge — von der Great Western-Bahn gefahren — von Aldgate über King's Cross — Addison Road nach Mansion House und umgekehrt, je 32 Züge	64
d)	Kensington-Züge — von der Great Western-Bahn gefahren — von Aldgate über King's Cross nach Addison Road und umgekehrt, je 11 Züge . . .	22
e)	Lokalzüge zwischen Addison Road und Bishop's Road — von der Great Western-Bahn gefahren — je 2	4
f)	Great Western-Personenzüge von Moorgate über Baker Street nach Stationen der Great Western-Bahn und umgekehrt, in jeder Richtung 7	14
	dazu 8 Züge, welche teils von Bishops Road über Royal Oak nach Stationen der Great Western Bahn laufen, teils von diesen nach der erstgenannten Station	8
g)	Great Western-Güterzüge (beladen und leere) zwischen Acton-Station der Great Western-Bahn und Aldersgate bezw. Smithfield Market	11
	in umgekehrter Richtung	9
h)	Kohlen-, Gas und Leerzüge auf verschiedenen Strecken (einschl. 2 von Farringdon nach Baker Street laufenden und nach Neasden bestimmten Züge (s. III, e)	14
i)	fahrplanmäfsige Leerlokomotiven nach den verschiedenen Ausgangsstationen der Züge bezw. zurück nach den Lokomotivschuppen, usw. (32 Metropolitan- und 23 Great Western-Lokomotiven	55
	zusammen	559

II. District Railway.

a) Inner Circle-Züge in der Richtung von Aldgate über Mansion House nach Aldgate (Outer Rail) . . . . —
in umgekehrter Richtung (Inner Rail) 69
dazu 8 Züge, welche nur einen Teil des Inner Circle befahren 8
b) Middle Circle-Züge (vergl. I, c) . . . . —
c) Outer Circle-Züge (von der London and North Western-Bahn gefahren), von Mansion House über Addison Road nach Broad Street und umgekehrt in jeder Richtung 33 einschl. je 3 Lokalzüge zwischen Mansion House und Willesden Junction 66
d) Richmond- und Hammersmith-Züge, von New Cross über Mansion House, Earl's Court nach Richmond bezw. Hammersmith, in jeder Richtung 36 72
e) Wimbledon-Züge, von Whitechapel (Mile End) über Mansion House, Earl's Court und Putney Bridge nach Wimbledon, sowie umgekehrt, in jeder Richtung 28 . 56
f) Lokalzüge zwischen Wimbledon und Earl's Court bezw. High Street (Kensington) in jeder Richtung 4 . 8
g) Züge von Mansion House nach Putney Bridge und umgekehrt, je 8 16
h) Lokalzüge zwischen Putney Bridge und Earl's Court bezw. Kensington High Street, in jeder Richtung 33 . 66
i) Ealing-Züge, von Whitechapel (Mile End) über Mansion House, Earl's Court und Turnham Green nach Ealing (Broadway), sowie umgekehrt, in jeder Richtung 34 68
k) Lokalzüge zwischen Earl's Court und Acton Green (Ealing Line) bezw. Ealing, in jeder Richtung 23 . 46
l) Lokalzüge zwischen Hounslow (Barracks) und Mill Hill Park, bezw. Earl's Court oder High Street, in jeder Richtung 28 56
m) Lokalzüge zwischen Earl's Court und Hammersmith, in jeder Richtung 2 4
n) Kohlen-, Gas- und Leerzüge auf verschiedenen Strecken 28
o) Midland-Kohlen- und Oberbaumaterialzüge: von High Street und West Kensington-Station über Turnham Green nach Brent 11
in umgekehrter Richtung 7
p) fahrplanmäfsige Leerlokomotiven (einschl. 2 London and North Western- und 1 Great Western-Lokomotive 33

zusammen 614

III. St. John's Wood Line.
(Der Metropolitan-Bahn zugehörig.)

a) Chesham-Züge zwischen Baker Street (East) und Chesham, in jeder Richtung 9 (einschl. je eines Schnellzuges 18
a) Züge zwischen Baker Street (East) und Rickmannsworth, bezw. Pinner, Harrow, Neasden und West Hampstead, in jeder Richtung 42 84
c) Lokalzüge zwischen Baker Street (East) und Willesden Green, in jeder Richtung 55 110
d) Güter-, Kohlen-, Gas- und Leerzüge, zwischen verschiedenen Stationen 16
e) Kies- und Kohlenzüge zwischen dem Güterbahnhofe King's Cross bezw. Farringdon Street der Great Northern Ry. und Neasden (leer zurück) 2
f) Leerlokomotiven 10

zusammen 240

IV. Widened Lines.

a) Great Northern-Bahn:
Personenzüge von Enfield usw. über King's Cross nach Moorgate Street, Woolwich usw. und umgekehrt, je 84 168
Güterzüge von King's Cross Goods Yard usw. nach Farringdon Street, London Bridge, Battersea usw. in jeder Richtung 72 144
b) Midland-Bahn:
Personenzüge von Kentish Town usw. über King's Cross nach Moorgate Street usw., in jeder Richtung 66 132

zu übertragen 444

Uebertrag 444

Güterzüge von Kentish Town über King's Cross nach White Cross Street, Crystal Palace usw. . . 70
desgl. in umgekehrter Richtung 62
c) South Eastern-Bahn:
1. Nach Stationen der Great Northern-Bahn:
Personenzüge von Cannon Street, London Bridge, Woolwich usw. über Farringdon Street nach Enfield, Muswell Hill usw. und in umgekehrter Richtung, je 10 Züge 20
2. Nach Stationen der Midland-Bahn:
Güterzüge zwischen London Bridge und Kentish Town, in jeder Richtung 12 24
d) London-, Chatam- und Dover-Bahn:
Personenzüge von Viktoria-Station und Crystal Palace nach Moorgate Street, Hendon usw. und umgekehrt, je 81 162
e) Great Western-Bahn:
20 Güterzüge (leere und beladene) von Farringdon Street nach Aldersgate Street bezw. Smithfield Market die Widened Lines befahrend und umgekehrt sind unter I, g) aufgeführt . . . . —
f) Kies- bezw. Kohlenzüge zwischen dem Great Northern-Güterbahnhofe King's Cross und Farringdon Street (hier auf den Innenring übertretend und bei Baker Street auf die St. John's Wood Line, vergl. III, e), diese bis Neasden verfolgend) und umgekehrt je 1 2
g) fahrplanmäfsige Leerlokomotiven (G. N. 2, Midl. 4, L. Ch. and D. 2 und Metrop. 1) 9

zusammen 813

Die von den verschiedenen Verwaltungen insgesammt auf den einzelnen Geleiszügen an Tagen stärksten Verkehrs gefahrenen Untergrundzüge und Lokomotiven ergeben sich hiernach wie folgt:

a) Innenring und dessen Abzweigungen . . .	1085 Züge und	88 Lokomotiven
b) St. John's Wood-Linie	230 » »	10 »
c) Widened Lines . .	804 » »	9 »
zusammen	2119 Züge und	107 Lokomotiven.

Stellen wir die einzelnen Zugzahlen nach den verschiedenen Verwaltungen und getrennt nach Personen- und Güterzügen zusammen und berücksichtigen, dass in den 3 Einzelzahlen a) bis c) 2 Kohlenzüge der Metropolitan-Bahn enthalten sind, welche sämmtliche 3 Geleisgebiete befahren, so erhalten wir folgende Uebersicht:

Tabelle VI.

Bahnverwaltung	Personenzüge	Güter- bezw. Kohlen-, Gas- und Oberbaumaterialzüge	fahrplanmäfsige Leerlokomotiven	Bemerkungen
Metropolitan . . .	570	30	43	Die von den Leerlokomotiven zurückgelegten bezüglichen Strecken sind teilweise nur kurz. 2 bezw. 3 zusammengekuppelte Lokomotiven sind als eine in Ansatz gebracht.
District	469	28	30	
Great Northern . .	168	144	2	
Midland	132	150	4	
South Eastern . .	20	44	—	
Great Western . .	112	20	24	
London, Chatham & Dover	162	—	2	
London and North Western . . .	66	—	2	
insgesammt:	1699	416	107	

Es werden sonach auf dem Geleisnetz der Untergrundbahnen an den verkehrsreichsten Wochentagen nicht weniger als

2115 Züge und 107 Leerlokomotiven

gefahren.

Dieser Verkehr findet an Sonntagen eine Einschränkung um mehr als 50 pCt. Die strenge englische Sonntagsheiligung beeinflusst in erheblichem Maſse das gesammte dortige Verkehrsleben, was sich ganz besonders auf den schottischen Bahnen bemerkbar macht. In London zwingen allerdings die Verhältnisse dieser Riesenstadt zu einem immerhin noch starken sonntäglichen Betrieb der städtischen Bahnen. Während der Kirchzeit verkehren jedoch, wie oben schon angedeutet, auch hier keinerlei Züge. Die Metropolitan-Bahn fährt an solchen Tagen 336 Züge, die District-Bahn 279 einschl. 24 Leer-, Gas-, Kohlen- und Kieszüge. Die Great Western-Bahn stellt des Sonntags ihren Durchgangsverkehr zwischen Moorgate Street und Stationen ihres Hauptnetzes ein, fährt dagegen auf dem Middle Circle 26 Personenzüge sowie einige Lokalzüge in jeder Fahrrichtung und entsendet 3 Güterzüge nach Smithfield Market, dagegen von hier 1 leeren Wagenzug. Der Betrieb des Outer Circle (London and North Western-Bahn) ruht gänzlich, während auf den Widened Lines ein stark eingeschränkter Verkehr herrscht. Der gesammte Zugverkehr auf den Geleisen der Untergrundbahnen beträgt Sonntags:

921 Züge und 72 Leerlokomotiven.

Von den 921 Zügen sind 157 Güter-, Leerzüge usw. darunter befinden sich 115 Fakultativzüge.

Wie stark einzelne Stationen durch diesen Verkehr belastet werden, lässt am überzeugendsten die King's Cross Station erkennen. Es fahren täglich innerhalb 24 Stunden auf den beiden Innenring-Geleisen 552 Züge und 18 Leerlokomotiven, auf dem Geleisepaare der Widened Lines sogar 654 Züge und 6 Lokomotiven, insgesammt also

1216 Züge und 24 Leerlokomotiven.

Diese im Eisenbahnverkehr wohl kaum von den Hochbahnen in New York übertroffene Zugzahl ist um so erstaunlicher, als King's Cross, wie im Abschnitt i unter Fig. 4 veranschaulicht, eine räumlich ganz ungewöhnlich beschränkte Station ist.

Für die Berliner Stadtbahn ergeben sich nach dem Archiv f. E. 1888 folgende Zugzahlen:

An Wochentagen	a) auf den Ferngeleisen	114	regelmäſsige Züge
	b) » » Stadtgeleisen	272	» »
	zusammen	386	regelmäſsige Züge
An Sonntagen	a) auf den Ferngeleisen	130 Züge	einschl. 16 Sonderzüge
	b) » » Stadtgeleisen	352 »	einschl. 16 Sonderzüge
	zusammen	482 Züge.	

b) Zahl der Reisenden usw.

Nachstehend ist in Tabelle VII eine Zusammenstellung der Gesammtzahl der beförderten Personen sowie der Einnahmen seit der Betriebseröffnung der fraglichen Bahnen gegeben; sie zeigt, in welch' erstaunlicher Stärke der Verkehr stetig mit den Jahren angewachsen ist, namentlich nach dem Ausbaue der im östlichen Teile der City belegenen Untergrundstrecken und der dadurch 1884 endlich bewirkten Vollendung der inneren Ringbahn.

Die betr. Zahlenwerte beider Bahnen lassen ohne weiteres keinen genauen Vergleich mit einander zu. Einmal führt die Metropolitan-Gesellschaft bei den Jahresangaben der Fahrgäste nicht die Zahl der Inhaber von Zeitkarten besonders auf, wie dies die District-Gesellschaft thut; sodann beziehen sich die angeführten Einnahmen der ersteren auf den Personen- und gesammten Güterverkehr, während die letztere nur die aus dem Personenverkehr erzielten Einnahmen für die einzelnen Jahre zusammengestellt angiebt. Dieses ist jedoch nicht von erheblicher Bedeutung für die Gesammtzahlen.

Für das Jahr 1889 z. B. stellt sich die Einnahme aus dem Güterverkehr der District-Bahn auf 52036 ℳ, sodass den 12541960 ℳ der Metropolitan-Bahn 7282814 ℳ der anderen Bahnlinie gegenüber stehen. Beide Gesellschaften erzielen aufserdem nicht unbeträchtliche Summen aus den Mieten für Stationsgebäude, Bahnwirtschaften und besonders aus der Pacht der für Reklamezwecke dienenden Wandflächen ihrer Bauten usw. Im Jahre 1889 vereinnahmte hierfür

die Metropolitan-Bahn . . . 783510 ℳ
» District-Bahn . . . . . 235011 »

Die auf den gemeinschaftlich befahrenen Strecken erzielten Einnahmen werden auf die beiden Gesellschaften verteilt, gemäſs der Abrechnung, welche das Clearing House, d. i. die für die 119 englischen Eisenbahngesellschaften gemeinsam bestehende Abrechnungsstelle, auf grund der ihm nach gewissen Vorschriften einzureichenden Verkehrsberichte aufstellt[1]). Aehnlich werden auch die Einnahmen der beiden Bahnen gemeinsamen 3 Stationen: South Kensington, Glo'ster Road und High Street verrechnet.

Zu gewissen Zeiten des Jahres fährt diejenige Gesellschaft, welche vorzugsweise das Innengeleis betreibt, eine gröſsere Zahl von Zügen als gewöhnlich, um die aus der verschiedenen Länge des inneren und äuſseren Innenringgeleises sich ergebenden ungleichen Betriebslängen auszugleichen (»to make up the balance of the two lines«).

Für die 2,6km lange Joint Line: Mansion House—Aldgate—St. Mary's ist durch Gesetz vom Jahre 1879 ein gemeinsamer Verwaltungskörper (Joint Committee) ernannt worden, der die Erträgnisse dieser Strecke vereinnahmt und nach gesetzlich bestimmten Gesichtspunkten verrechnet. Aus den gemeinsamen Einnahmen sollen zunächst die Betriebskosten und eine Dividende von 4 pCt für das Anlagekapital (jede der beiden Gesellschaften hat die Hälfte, je rd. 33 Millionen Mark, aufbringen müssen) bestritten werden; der etwa verbleibende Ueberschuss ist auf beide Bahnen in dem Verhältnis zu verteilen, in welchem der Wert des für diese Strecke überhaupt in betracht kommenden Verkehrs der einen Gesellschaft zu dem der anderen steht. Umgekehrt haben auch beide Teile in gleichem Verhältnis einen Zuschuss beizusteuern, wenn die Betriebskosten usw. durch die Einnahmen nicht gedeckt werden. Letzteres ist nun bislang noch immer der Fall gewesen, da das Anlagekapital für die kurze Strecke eben ungewöhnlich hoch und gerade dieser Bahnabschnitt auch am fühlbarsten durch den Wettbewerb der Omnibusse usw. betroffen wird. Die District-Gesellschaft hat wiederholt zur

[1]) Die Befugnisse des Railway Clearing House sind im allgemeinen durch Gesetze geregelt. Es behandelt die Einnahmen aus dem gesammten Durchgangsverkehr, d. i. dem über mehr als ein Bahngebiet gehenden Verkehr. Alle in diesem gelösten Fahrkarten sowie alle hierauf bezüglichen Frachtbriefe müssen dem Clearing House von den Bahnen eingesandt werden. Jeder Bahngesellschaft wird der Anteil des vom Reisenden oder Verfrachter für die ganze Fahrt gezahlten Fahr- oder Frachtbetrages berechnet, der im Verhältnis ihrer benutzten Geleislänge ihr zukommt. Diese Berechnung stützt sich aber nicht allein auf die genannten Beläge, sondern jede Station hat täglich einen Bericht an das Clearing House einzusenden über den von ihr erledigten Durchgangsverkehr, sowohl betreffs der Reisenden und des Gepäcks, als auch der angekommenen und abgegangenen (beladenen oder leeren) Personen- und Güterwagen. Ferner hat jene Zentralstelle an jedem Vereinigungspunkte zweier Bahnen einen besonderen Beamten angestellt, der jedes Fahrzeug vermerken muss, das von der einen Linie auf die andere übergeht, und der gleichfalls täglichen Bericht einzusenden hat. Auch die Erledigung der zahlreichen auf den Bahnen verloren gegangenen oder aufgefundenen Gegenstände liegt dem Clearing House ob. Täglich muss letzterem von den betreffenden Stationen ein Verzeichnis dieser Sachen mit genauer Beschreibung eingereicht werden. Die Stationen ihrerseits erhalten wiederum entsprechende Mitteilung von jenem und müssen aufgefundene Sachen, auf welche die Beschreibung passt, nach London einsenden. Alle diese Berichte werden hier verarbeitet. Gewiss keine geringe Arbeitsmenge, wenn man bedenkt, dass in den letzten Jahren die im Durchgangsverkehr erzielten jährlichen Einnahmen über 300 Millionen Mark und die jährlich verloren gehenden oder aufgefundenen Sachen etwa $^1/_2$ Million betragen. Das Clearing House beschäftigt denn auch rd. 2000 Beamte. Das ausgedehnte Verwaltungsgebäude liegt nahe dem Euston-Bahnhofe in London. Die Leitung ruht in Händen eines Ausschusses, in den jede Bahngesellschaft ein Mitglied entsenden kann. Die Kosten werden von den einzelnen Bahnen im Verhältnis der für sie erledigten Arbeiten getragen.

Tabelle VII.

Jahr	Metropolitan-Bahn		District-Bahn			Bemerkungen
	Zahl der Reisenden	Gesammteinnahme ℳ	Zahl der Reisenden	Zahl der verausgabten Zeitkarten	Einnahmen aus dem Personenverkehr ℳ	
1863	9 455 175	2 034 140	—	—	—	
1864	11 721 889	2 329 780	—	—	—	
1865	15 763 907	2 830 260	—	—	—	
1866	21 273 104	4 204 840	—	—	—	
1867	23 405 282	4 663 600	—	—	—	
1868	27 708 011	5 684 860	—	—	—	
1869	36 893 791	7 481 660	—	—	—	
1870	39 160 849	7 707 440	—	—	—	Eröffnung der District-Bahn bis Blackfriars Bridge, Mai 1870.
1871	42 765 427	7 921 360	8 335 248	1 258	1 499 064	Ausdehnung des Betriebes der District-Bahn bis Mansion House, 3. Juli 1871.
1872	44 392 440	8 027 800	20 098 311	4 579	3 781 997	Für 1871 beziehen sich die Angaben der District-Bahn nur auf das 2. Halbjahr.
1873	43 533 973	8 167 640	19 559 318	6 213	4 121 749	
1874	44 118 225	8 231 000	20 773 684	6 748	4 468 261	
1875	48 302 324	8 967 280	25 856 151	7 291	5 207 061	Ausdehnung der Metropolitan-Bahn bis Bishopsgate, Betriebseröffnung 12. Juli 1875.
1876	52 586 395	9 515 840	27 415 183	7 978	5 510 242	Ausdehnung der Metropolitan-Bahn bis Aldgate, Eröffnung 18. November 1876.
1877	56 175 753	9 816 560	28 451 607	9 139	5 803 391	
1878	58 807 038	9 897 460	29 410 498	10 163	6 121 299	
1879	60 747 553	10 124 080	30 672 615	10 729	6 499 730	Ausdehnung der St. John's Wood-Linie von Swiss Cottage nach West Hampstead, Betriebseröffnung 30. Juni 1879 und von West Hampstead nach Willesden, 24. November 1879; desgl. von da bis Harrow, Eröffnung am 2. August 1880.
1880	63 759 573	10 524 260	32 895 474	10 993	7 094 253	
1881	67 621 670	11 035 520	32 900 276	12 083	7 293 566	
1882	69 357 183	11 139 980	31 535 447	13 084	7 171 352	Ausdehnung der Metropolitan-Bahn von Aldgate nach Trinity Square, Eröffnung am 25. September 1882.
1883	74 204 301	12 075 360	36 388 542	14 322	7 846 899	Zurechnung der Einnahmen der St. John's Wood-Linie zu denen der Metropolitan-Bahn vom 1. Januar 1873 ab.
1884	75 926 262	12 075 020	38 521 252	15 513	8 173 310	Vollendung des Innenrings und seiner Verbindung mit der East London-Bahn, Eröffnung am 6. October 1884.
1885	77 170 601	11 839 620	38 603 755	15 176	8 133 320	Ausdehnung der St. John's Wood-Linie von Harrow nach Pinner, 25. Mai 1885.
1886	80 474 550	12 325 380	40 689 243	16 064	8 413 071	Kolonialausstellung in London 1886.
1887	77 478 397	11 793 260	36 015 960	15 446	7 509 742	Ausdehnung der St. John's Wood-Linie von Pinner nach Rickmannsworth, Betriebseröffnung am 1. September 1887.
1888	80 327 045	12 195 300	35 273 654	16 123	7 384 533	Ausdehnung der St. John's Wood-Linie von Rickmannsworth nach Chesham, 8. Juli 1889.
1889	82 848 801	12 541 960	34 123 189	17 469	7 230 778	
1890	84 289 282	12 845 760	35 752 764	18 629	7 574 015	
zusammen	1 470 268 801	247 997 020	603 272 181	179 962	126 837 633	

gemeinsamen Abrechnung Zuschüsse zahlen müssen, die nach ihren Rechenschaftsberichten jährlich bis 200000 ℳ betragen haben.

Was nun die Benutzung der einzelnen Wagenklassen anbetrifft, so liegen hier ähnliche Verhältnisse vor wie auf unseren Bahnen. In dem letzten Jahrzehnt erfreut sich in England die III. Wagenklasse im allgemeinen eines stetig zunehmenden Verkehrs, wohingegen die I. Klasse eine Verringerung erleidet.

Nach dem amtlichen Berichte der District-Bahn entfallen für das Jahr 1889 auf die einzelnen Klassen nachstehende Zahlen:

	erstes Halbjahr:	zweites Halbjahr:
I. Klasse	1505223 Reisende,	1322575 Reisende
II. »	3266647 »	2930462 »
III. »	12348868 »	12749414 »
zusammen	17120738 Reisende,	17002451 Reisende,
hierzu kommen die Inhaber von Zeitkarten	9244 »	8225 » .

In Prozenten ausgedrückt, erhält man ohne Berücksichtigung der von den Zeitkarteninhabern zurückgelegten Reisen:

	erstes Halbjahr:	zweites Halbjahr:
I. Klasse	8,79 pCt	7,78 pCt
II. »	19,08 »	17,23 »
III. »	72,13 »	74,99 »

Bei der Metropolitan-Bahn liegen ganz ähnliche Verhältnisse vor, was ja auch naturgemäfs ist. Für das erste Halbjahr 1889 stellen sich bei ihr die bez. Werte wie folgt:

I. Klasse	7,9 pCt
II. »	20,0 »
III. »	72,1 »

Die Fahrpreise sind auf den Untergrundbahnen nicht für alle Strecken nach denselben Einheitssätzen berechnet. Letztere wechseln vielmehr etwas, und zwar je nach der Stärke des Wettbewerbes der sonstigen Beförderungsmittel, vor allem der Omnibusse. Wo dieser nicht erheblich ist, sind die Preise etwas höher gestellt als auf den übrigen Strecken. Auf dem gröfseren Teile des Untergrundnetzes kostet die einfache Fahrt zwischen zwei benachbarten Stationen in der

III. Wagenklasse	1 d	= $8\frac{1}{3}$ Pfg.
II. »	2 »	= $16\frac{2}{3}$ »
I. »	3 »	= 25 »

Karten für Hin- und Rückfahrt kosten gewöhnlich das $1^1/_2$ fache der einfachen Fahrt.

Eine allgemeine Regel lässt sich für die Fahrpreisbildung nicht geben. Häufig vorkommende Sätze (in Pence) für die 3 Wagenklassen sind folgende:

einfache Fahrkarte			zugehörige Rückfahrkarte		
III. Kl.	II. Kl.	I. Kl.	III. Kl.	II. Kl.	I. Kl.
1	2	3	2	3	4
2	3	4	4	5	6
3	4	6	5	6	9
4	6	8	6	9	12
5	7	9	8	10	14

In Fig. 113 sind sämmtliche einfache Fahrpreise für den Innenring dargestellt, welche für High Street (Kensington) als Ausgangsstation gelten. Innerhalb der Geleislinie sind die Stationsabstände[1]) in Chains zu 20,117 m eingeschrieben. Die Figur lässt die eigentümliche, vom Wettbewerb beeinflusste Tarifbildung klar erkennen. Sie zeigt u. a., dass Fahrten über längere Metropolitan-Strecken billiger sind als solche, die sich auch über die District-Linie erstrecken. Beispielsweise kostet die Fahrt in III. Klasse über King's Cross nach Bishopsgate (rd. 10 km Bahnstrecke) 4 d = $33^1/_3$ Pfg., ebensoviel beträgt auch der Fahrpreis nach Charing Cross (rd. 6 km); für die I. Kl. bestehen von High Street ab 8 verschiedene Sätze nach den 26 übrigen Ringstationen, für die II. und III. Kl. sind je 9 Sätze gültig. Die Zahl der erforderlichen Fahrkartensorten ist hierdurch erheblich vermindert.

Fig. 113

Zusammenstellung der Fahrpreise für die Innenringstationen, mit High Street als Ausgangspunkt.

Zieht man die für die einzelnen Klassen erzielten Einnahmen in betracht, so kostete im zweiten Halbjahre 1889 durchschnittlich jede Fahrt auf der District-Bahn in der

I. Wagenklasse	35,94 Pfg.
II. »	24,12 »
III. »	16,12 »

Stellen wir nach der Tabelle VII die auf jeden Reisenden durchschnittlich entfallende Einnahme für die verschiedenen Jahre zusammen, wobei die Zeitkarten mit durchschnittlich nur 60 Fahrten angesetzt werden mögen, so zeigt sich, dass sie allmählich abgenommen hat. So betrug sie bei der

	Metropolitan-Bahn	District-Bahn
1863	21,5 Pfg.	— Pfg.
1872	18,08 »	16,7 »
1881	16,3 »	21,4 »
1886	15,3 »	21,0 »
1889	15,1 »	20,5 »

Die Fahrkarten einschl. der Rückfahrkarten sind nur für den Tag der Lösung gültig. Einige wenige Ausnahmen mit längerer Gültigkeitsdauer bestehen für die Rückfahrkarten zwischen gewissen Vorort- und Londoner Stationen. Sämmtliche Karten werden nur unter der Bedingung verabfolgt, dass Platz im Zuge und in der Wagenklasse ist, für welche die Karte gelöst wird. Kinder unter 3 Jahren sind frei; solche über 3 und unter 12 Jahren zahlen die Hälfte. Ueber die Ausgabe von Arbeiterkarten sind bestimmte gesetzliche Vorschriften erlassen. Aufserdem werden Zeitkarten zwischen 2 Stationen ausgegeben mit 1-, 3-, 6- oder 12-monatlicher Gültigkeitsdauer. Kinder, Schüler usw. geniefsen eine Preisermäfsigung von 50 pCt, Familienmitglieder eine solche von 10 pCt auf 2, von 15 pCt auf 3 Karten.

Die für den ganzen Innenring gültigen Zeitkarten (Circular Season Tickets) werden jedoch nur für die I. und II. Klasse und für die Dauer von 3, 6 und 12 Monaten verabfolgt. Ihr Preis stellt sich für das Jahr auf 290 ℳ für die II. und auf 400 ℳ für die I. Klasse.

[1]) vergl. Tabelle I S. 16.

Anlagekosten.

Ueber die Kosten des Bahnbaues erschöpfende Angaben zu erlangen, ist schwierig. Wohl enthalten die halbjährlichen Rechenschaftsberichte der beiden Eisenbahngesellschaften die gesammten Kapitalien (Aktien-, Obligationen usw.), welche für die Bahn aufgenommen sind, allein diese Zahlen stellen die zu verzinsenden Nominalwerte dar, nicht die thatsächlich eingezahlten Summen. Die Aktien usw. der Untergrundbahnen sind während des Baues starken Schwankungen unterworfen gewesen, welche sich bei denen der Metropolitan-Bahn zwischen 50 und 140, bei denen der District-Bahn zwischen 20 und 100 pCt bewegt haben. Jene Kapitalangaben lassen daher kein genaues Bild von dem thatsächlich erfolgten Geldaufwande zu. Die zuverlässigsten Angaben über die Anlagekosten, allerdings auch nur für kürzere Strecken, geben **Baker** und **Barry** in ihrem mehrfach angezogenen Vortrage über die Bauarbeiten dieser Bahnen. Sie sind im nachstehenden verwertet worden.

Nach **Baker** haben die Bauunternehmer der älteren Metropolitan-Strecke: Paddington — Farringdon (1861 bis 1865) rd. 186000 Lstr. für die engl. Meile erhalten, d. e. rd. 2312000 ℳ für 1 km. Einige Jahre später wurden für den Bau der Widened-Linien und für die Ausdehnung der Hauptlinie nach Finsbury Circus 208000 Lstr. für die Meile gezahlt, s. d. rd. 2585500 ℳ für 1 km.

In dem Rechenschaftsbericht der Untergrundbahnen vom Jahre 1871, zu welcher Zeit der Innenring von Moorgate Street über King's Cross bis Mansion House fertiggestellt war, ebenso die Parallelstrecke South Kensington — High Street, und in der die St. John's Wood-Linie noch nicht der Metropolitan-Bahn gehörte, ist angegeben, dass die derzeit

10¼ engl. Meil. lange doppelgeleis. Metropolitan-B. 5856000 £
7¼ » » » » District- » 5147000 »

beansprucht haben. Von den Kursverlusten und wieder verkäuflichen Grundstücken abgesehen, würden sich die durchschnittlichen Kosten für 1 km wie folgt stellen:

Metropolitan-Bahn . .	rd. 7102000 ℳ
District- » . .	» 8828000 » .

Genauere Angaben liegen über das Schlussstück des Innenringes und dessen östliche Ausdehnung nach St. Mary's vor.

Nach **Barry** lautete der Kostenanschlag, welcher s. Z. dem Parlament mit der Bahnvorlage vorgelegen hat,

Baukosten	16606400 ℳ
Grunderwerb	30698820 »
zusammen	47305220 ℳ,
dazu für Strafsenerweiterungs- und Kanalisationsarbeiten	18588240 »
zusammen	65893460 ℳ.

Dieser Anschlag ist in Wirklichkeit nahezu erreicht worden. Die Baukosten sind um rd. 400000 ℳ geringer ausgefallen, auch der Landerwerb ist etwas billiger gewesen als veranschlagt. Für die nur 2,8 km lange Strecke sind insgesammt

rd. 65093000 ℳ

verausgabt worden. In diese Summe sind die wieder verkäuflichen Grundstücke eingeschlossen. Sehen wir hiervon ab, so hat der Bau alles in allem durchschnittlich

rd. 23247000 ℳ auf 1 km

gekostet. Dieser Bahnabschnitt ist der kostspieligste des ganzen Untergrundnetzes. Die Einzelkosten ergeben sich wie folgt:

Baukosten	rd. 5788000 ℳ	auf 1 km
Grunderwerbskosten	» 10821000 »	» 1 »
Nebenkosten	» 6638000 »	» 1 ».

Naturgemäfs ist der rd. 1,1 km lange Abschnitt Mansion House — Mark Lane, auf welchem die im Abschnitt II geschilderten besonders schwierigen Kanalisations- und Unterfangarbeiten, sowie die Strafsenerweiterung usw. auszuführen waren, der teuerste des Schlussstückes. Er hat über 36 Mill. ℳ gekostet.

Der Bau der East London-Bahn [1]) hat nach Engineering Bd. XX S. 467 auf der 1,85 km langen Strecke Wapping — Whitechapel an Baukosten die Summe von rd. 8 Mill. ℳ beansprucht, d. i.

rd. 4324000 ℳ auf 1 km,

während das 0,55 km lange Anschlusstück dieser Bahn an die Joint Line 1833200 ℳ gekostet hat (ohne Grunderwerbskosten), was einem Betrage von 3333100 ℳ für 1 km entsprechen würde.

Die **Berliner Stadtbahn** hat nach dem Archiv f. E. 1888 insgesammt 68140000 ℳ gekostet, welcher Wert neuerdings in der Deutschen Bauzeitung 1890 [2]) zu 68538000 ℳ angegeben wird, worin jedoch die Summe von 8 Mill. ℳ für »über den Bedarf hinaus erworbene und wieder veräufserungsfähige Grundstücke« eingeschlossen ist. Rechnen wir diesen Betrag ab, so stellen sich nach der letztgenannten Quelle

die Baukosten auf	33339000 ℳ
» Grunderwerbskosten auf	27199000 »
zusammen auf	60538000 ℳ.

Da die Bahn 12,145 km lang ist, so ergiebt sich hier

Baukosten	2745080 ℳ	auf 1 km
Grunderwerbskosten	2239522 »	» 1 »
zusammen	4984602 ℳ	auf 1 km.

Ziehen wir den Wert der wiederverkäuflichen Grundstücke mit in Rücksicht, welche z. Z. noch unveräufsert sind und deren Ankaufskapital daher für eine Zinsrechnung noch in Betracht kommen würde, so hat die Berliner Stadtbahn 5643310 ℳ auf 1 km erfordert.

Des besseren Vergleiches wegen seien die auf 1 km sich ergebenden Durchschnittskosten für die verschiedenen Bahnen hier zusammengestellt, und zwar getrennt nach Baukosten allein und einschl. der Grunderwerbskosten.

a) Baukosten auf 1 km.

1.	älterer Abschnitt der Metropolitan-Bahn (Paddington — Farringdon 1863) . . .	2325000 ℳ
2.	Widened Lines und östlicher Ausbau des Innenringes (1867)	2600000 »
3.	Schlusstück des Innenringes und Anschluss an die East London-Bahn (1883)	5788000 »
4.	East London-Bahn, nördlich der Themse (1875)	4324000 »
5.	East London-Bahn, Anschluss an die Joint Line (1883)	3333100 »
6.	Berliner Stadtbahn (1883)	2745080 »

b) Grunderwerbskosten auf 1 km.

1.	Schlusstück des Innenringes usw. (1883)	10821000 ℳ
2.	Berliner Stadtbahn (1883) ohne die wiederverkäuflichen Grundstücke	2239522 »
3.	dieselbe einschliefslich der wiederverkäuflichen Grundstücke	2898229 »

c) Gesammtsumme auf 1 km.

1.	Schlusstück des Innenringes	16609000 ℳ
2.	dasselbe einschliefslich aller Nebenarbeiten	23247000 »
3.	Berliner Stadtbahn, ohne die wiederverkäuflichen Grundstücke	4984602 »
4.	dieselbe einschliefslich der wiederverkäuflichen Grundstücke	5643310 »

Der Vollständigkeit wegen sei noch zugefügt der

d) Durchschnittspreis der Untergrundbahnen für 1 km

(nach dem Rechenschaftsbericht von 1871).

1.	Metropolitan-Bahn	7102000 ℳ
2.	District-Bahn	8828000 ».

[1]) S. 4 und 25.
[2]) Z. 1890 S. 1244.

Hiernach sind die Bauarbeiten des Innenring-Schlussstückes auf 1 km etwa doppelt so teuer gewesen, wie die der gleichaltrigen Berliner Stadtbahn; die Grunderwerbskosten haben sich in London trotz der unterirdischen Anlage fast viermal höher gestellt, als in Berlin.

Trotz des ungewöhnlich starken Verkehrs der Untergrundbahnen sind der erzielte Reingewinn und die jährlich zur Verteilung gelangende Dividende nur gering; das Anlagekapital ist eben ein sehr hohes und zum teil nur durch Ausgabe von Obligationen unter Zusicherung eines hohen Zinsfufses (6 pCt) zu beschaffen gewesen.

Beispielsweise betrug im ersten Halbjahre 1888 der Reinertrag der Metropolitan-Bahn nach Zahlung der Zinsen für 64 199 980 *M* Obligationen und sonstiger feststehender Lasten 3 142 658 *M*. Nach Abzug der 4 pCt Jahresdividende für die auf 63 202 260 *M* sich belaufenden Prioritätsaktien und Hinterlegung eines Sicherheitsbetrages von 426 110 *M* für das nächste Halbjahr gelangte für die 105 636 600 Stammaktien eine Dividende von $2\frac{3}{4}$ pCt (jährlich) zur Auszahlung.

Im zweiten Halbjahre 1888 wurde ein Reingewinn von 3 152 764 *M* erzielt, der ebenfalls nur $2\frac{3}{4}$ pCt Jahresdividende gestattet.

Für die District-Bahn liegt die Sache noch ungünstiger. Für das letzte Halbjahr 1886, das infolge der im Sommer jenes Jahres stattgehabten Kolonialausstellung in London ein für die Bahn günstiges genannt werden muss, da in ihm die Zahl der Reisenden den höchsten Wert (21 247 568) seit ihrem Bestehen bis 1891 erreicht hat, betrug die Gesammteinnahme während des genannten Zeitraumes 4 402 232 *M*. Die Ausgaben waren 1 944 470 *M*, sodass ein Ueberschuss von 2 457 761 *M* erzielt wurde. Nach Auszahlung der Zinsen für Obligationen und sonstiger fester Lasten verblieb ein Reingewinn von 540 041 *M*. Nach Zurücklegung eines erforderlichen Sicherheitsbetrages von 165 041 *M* gestattete der verbleibende Rest eine Dividende von nur $2\frac{1}{2}$ pCt für 30 Millionen Mark 5 pCt Prioritätsaktien, während auf die 45 Millionen Stammaktien k e i n Gewinn entfiel. Seitdem haben sich die finanziellen Verhältnisse der District-Bahn noch mehr verschlechtert, auch die geringe Dividende der Prioritäten ist in Wegfall gekommen. Es ist im Jahre 1889 eine Gesammtsumme von 75 Millionen Mark unverzinst geblieben. Der Kurs der Aktien ist infolgedessen auch zur Zeit sehr niedrig; er stand 1889 auf 33,25, während die Metropolitan-Aktien 86,75 aufwiesen.

Die Ursachen dieses ungünstigen Ergebnisses sind, abgesehen von dem schon genannten hohen Zinsfufse der Obligationen, zu suchen in dem immer stärker werdenden Wettbewerb der Omnibuslinien, zu dem noch der Verkehr der Themseboote hinzutritt, und sodann auch in der gegenüber der Metropolitan-Bahn weniger vorteilhaften Lage der Bahnstrecke. Wie Tafel V erkennen lässt, zieht sich die District-Linie auf ihrem wichtigeren Abschnitte neben der Themse hin, wohingegen die andere Bahn ihren Weg mitten durch dichtbewohnte Stadtgebiete nimmt. Während diese also auf beiden Seiten Zufuhrquellen besitzt, muss die District-Bahn solche für eine Seite auf einem grofsen Teile entbehren. Auch die Betriebskosten der letzteren stellen sich infolge des Betriebes der Pumpwerke [1]) höher als auf der Metropolitan-Bahn.

Vergleichen wir hiermit die Verhältnisse der Berliner Stadtbahn, so betrug nach dem Archiv f. E. 1888 die Gesammteinnahme aus dem Stadt-, Vorort- und Fernverkehr einschl. Gepäckverkehr 3 348 130 *M*, wovon 3 013 285 *M* auf den Personenverkehr, das übrige auf Mietserträgnisse aus Stadtbahnbogen entfällt. Der durchschnittlich auf die Ausgaben in Anrechnung zu bringende Prozentsatz der Einnahmen beträgt bei den preufsischen Staatsbahnen 57 pCt. Er erhöht sich bei der viergeleisigen Berliner Stadtbahn infolge der besonderen und schwierigen Verkehrsverhältnisse sowie infolge des durch die zahlreichen Stationen bedingten gröfseren Beamten- und Arbeiterpersonales nicht unwesentlich und ist in der angezogenen Quelle annäherungsweise auf 85 pCt geschätzt worden. Von den Einnahmen entfallen demnach $0{,}85 \cdot 3\,348\,130 = 2\,845\,910$ *M* auf die Ausgaben. Es würden somit für die Verzinsung des Anlagekapitales 502 220 *M* vorhanden sein, was für die Gesammtsumme von 68 538 000 *M* einer Dividende von 0,73 pCt. entspräche, oder einer solchen von 0,83 pCt., wenn der Taxwert der wieder verkäuflichen Grundstücke (= 8 Millionen Mark) in Abzug gebracht wird, also in jedem Falle wesentlich weniger als selbst bei der District-Bahn.

Die Verzinsung würde auch dann noch erheblich geringer als bei den Untergrundbahnen sich stellen, wenn die Ausgaben der Stadtbahn nur 10 pCt höher als bei den übrigen Staatsbahnen, also = 67 pCt der Einnahmen, sich ergäben. Der in diesem Falle für das Jahr 1887 anzusetzende Reinertrag (1 104 833 *M*) würde eine Verzinsung von immerhin nur 1,8 pCt für das Kapital von 60 538 000 *M* zulassen.

Mit Recht betont jedoch unsere Quelle, dass ein derartiges Verkehrsmittel, welches für die Hauptstadt und deren Umgebung wie auch für das ganze Land unentbehrlich geworden sei, nicht lediglich nach finanziellen Gesichtspunkten beurteilt werden dürfe. Die gleiche Anschauung trifft zwar auch für die Londoner Stadtbahnen zu; jedoch sind dies Privat-

[1]) S. 23.

Tabelle VIII.

Bahnen und ihre Länge	Anlagekapital *M*	Gesammteinnahmen *M*	Gesammtausgaben *M*	Nutzertrag *M*	Ausgaben in % der Einnahmen	Durchschnittl. Verzinsung des gesammt. Anlagekapit.	im Jahre 1889 gezahlte Zinsen bezw. Dividenden in pCt: Aktien	Obligationen	Anleihen
Metropolitan-Bahn (58,6[illegible] km + 7,422 gemeinschaftliche km)	**225 469 007**	13 334 123	5 683 326	7 650 797	**42,6**	**3,39**	63 202 260 *M* 4 pCt Prioritäten [1]) 4 pCt; 105 636 600 *M* Stammaktien $2\frac{3}{4}$ pCt	64 199 980 *M* zu $3\frac{1}{2}$, 4, $4\frac{1}{4}$ und $4\frac{1}{2}$ pCt	—
District-Bahn (20,937 km + 2,675 gemeinschaftliche km)	**157 280 380**	7 481 377	3 676 988	3 804 389	**49,1**	**2,41**	25 Millionen *M* garantirte Aktien 4 pCt; 15 888 880 *M* Rent Charge Stock $4\frac{1}{4}$ pCt; 30 Millionen *M* 5 pCt Prioritäten **nichts**; 45 Millionen *M* Stammaktien **nichts**	38 776 500 *M* zu 4 und 6 pCt [2])	2 615 000 *M* zu $3\frac{1}{2}$ u. 4 pCt
Berliner Stadtbahn (12,145 km)	**60 538 000**	3 348 130	2 845 910	502 220	**85,0** [3])	**0,83**	—	—	—

[1]) Bei den Prioritäten sind 8 840 850 *M*, welche bei der Konversion usw. eines Aktienfonds als Differenz sich ergaben, für das Anlagekapital in Abzug zu bringen, desgl. 189 423 *M*, welche bei Ausgabe der $3\frac{1}{2}$ pCt Obligationen als Diskontoverlust aufgetreten sind, während 1 460 440 *M* hinzugerechnet werden müssen, da sie 1889 für den Ausbau der St. John's Wood-Linie aufgebraucht sind. Vergl. Statement of Accounts 1889, No. 4 u. 5.

[2]) Von den Obligationen sind 24 232 500 *M* mit 6 pCt zu verzinsen.

[3]) Die Ausgaben sind nach dem Archiv mit 85 pCt der Einnahmen eingesetzt.

unternehmungen, bei denen der Ertrag das entscheidende Wort spricht.

Bei den letzteren Bahnen ist das Verhältnis der Ausgaben zu den Einnahmen wesentlich geringer, als bei der Berliner Bahn, und zwar betragen 1889 bei der Metropolitan-Bahn die Ausgaben 42,6 pCt der Einnahmen, während sie bei der District-Bahn auf 49,1 pCt sich beliefen.

Die vorteilhafteren Gewinnergebnisse der Untergrundbahnen sind vorzugsweise begründet in der ungewöhnlich starken Benutzung der zahlreichen Züge. Zudem macht der Engländer im allgemeinen weniger Ansprüche an Bequemlichkeit auf den Eisenbahnen seines Landes und ist mit dem seitens der Bahngesellschaften Gebotenen zufriedener, als dies gemeiniglich bei uns Deutschen der Fall ist.

Tabelle VIII giebt einen bequemen Vergleich der Einnahmen und Ausgaben sowie der Verzinsung der in Rede stehenden Bahnen.

Für die Londoner Anlage ist hierbei das Betriebsjahr 1889, für die Berliner das im »Archiv« behandelte (1886/87) zu grunde gelegt. Der auf letzterer seitdem eingetretene Verkehrszuwachs ergiebt zwar eine kleine Erhöhung der in der Tabelle angegebenen Verzinsungsziffer, berührt jedoch das Verhältnis zu den Londoner Bahnen nicht merklich. Diese haben übrigens in den letzten Jahren nahezu dieselbe durchschnittliche Verzinsung ihres Anlagekapitals ergeben, wie im Jahre 1889.

Die Metropolitan-Bahn hat 1885/87 einen besonderen Fonds in Höhe des Taxwertes ihres wiederverkäuflichen und teilweise mit Wohnhäusern usw. bebauten Geländes, das sie s. Z. hat mitankaufen müssen, ausgegeben (Surplus Lands Stocks). Der Nominalbetrag lautet auf 52818300 *M*; die Zinsen hierfür werden durch die Mietserträgnisse der Häuser und des Bodens aufgebracht und sind in den letzten Jahren mit $2^1/_2$ pCt ausgezahlt worden. Dieser Fonds vermindert sich allmählich durch den Verkauf von Grundstücken.

Die District-Gesellschaft hat aufser dem in vorstehender Tabelle aufgeführten noch ein besonderes Aktienkapital 1875 in der Höhe von 7 Millionen *M* aufgenommen, das für den als selbständiges Unternehmen betrachteten Anschluss ihrer früher in Hammersmith (Kopfbahnhof, vergl. Tafel V) endigenden Linie an die South Western-Bahn (Richmond Extension-Bahn) verausgabt ist. Den Aktionären ist eine Jahresdividende von 4 pCt gesichert, für welche gemäfs gesetzlicher Vorschrift die Rente verwendet wird, welche die Midland-Bahn für die Benutzung der District-Geleise durch ihre Kohlenzüge sowie für den Anschluss ihrer Kohlenbahnhöfe in High Street und West Kensington zu zahlen hat.

Organisation.

Einige Bemerkungen über die Organisation der Untergrundbahnen, welche im ganzen der aller englischen Bahnen gleicht, seien hier eingeflochten, da sie von der deutscher Eisenbahnen wesentlich abweicht.

An der Spitze der Bahnen steht ein Präsident (Chairman) mit einem Vizepräsidenten (Deputy Chairman) und einer Anzahl Direktoren (Board of Directors). Zwei der letzteren scheiden alljährlich aus, sind jedoch wieder wählbar. Jeder Aktionär, welcher im Besitz einer bestimmten Anzahl Anteilscheine ist, kann seitens der Generalversammlung der Aktionäre in den Board of Directors gewählt werden. Die Zahl der Direktoren richtet sich nach der Gröfse und Bedeutung der Bahn; so hat die Metropolitan-Bahn 5, die District-Bahn sogar nur 4 Direktoren, hingegen die rd. 1300 km lange Caledonian-Bahn 12, die 3000 km lange London and North Western-Bahn gar 30. Den Direktoren liegt vornehmlich die Prüfung aller mit gröfseren Ausgaben verbundenen Angelegenheiten des Bahnnetzes ob, sie nehmen bei Ausschreibungen von Lieferungen und Bauausführungen die Angebote entgegen, prüfen die hierüber aufzustellenden Verträge usw. Die eigentliche Verwaltung der Bahn ruht in Händen eines Generalleiters (General Manager), dem auf den Untergrundbahnen für die technischen Angelegenheiten ein technischer Oberbeamter (Engineer), für den allgemeinen Teil ein Verwaltungsbeamter (Secretary) zur Seite steht, während auf den Hauptbahnen ein Betriebsleiter (Superintendent of the Line) und ein Ober-Güterverwalter (Chief Goods Manager) hinzutreten, ferner der Leiter des gesammten Maschinenwesens (Locomotive Superintendent), der Vorstand des Rechnungswesens (Chief Accountant) und einige andere. Bei gröfseren Bahnen ist das Netz in eine Anzahl Bezirke (Districts oder Divisions) geteilt, denen je ein District Superintendent vorgestellt ist. Dieser hat vornehmlich den Betrieb und Zugdienst seines Bezirkes zu überwachen, mitunter auch den Güterverkehr, falls nicht dessen Bedeutung einen besonderen Güterverwalter (Goods Manager) erfordert. Letzterer untersteht dem Ober-Güterverwalter, jener dem Superintendent of the Line. Den Bezirksvorständen sind Assistenten und Revisoren (Inspectors) beigegeben; letztere haben die Stationen und deren Einrichtungen, namentlich die Signalvorrichtungen, in regelmäfsigen Zeiträumen zu untersuchen.

Die Ausbildung der unteren Beamten ist bei allen englischen Bahnen ziemlich die gleiche. Sie treten gewöhnlich im Alter von etwa 14 Jahren in den Bahndienst und werden zunächst als Telegraphengehilfen, Gepäckträger, Putzer usw. beschäftigt. Sie wachsen in dem betreffenden Zweig des Eisenbahndienstes auf und lernen diesen gründlich kennen, werden allerdings auf diese Weise nur einseitig ausgebildet. Jeder Anwärter muss nach einer gewissen Zeit sich einer Prüfung unterziehen. Bei späterer Beförderung wird nicht auf Dienstalter, sondern einzig und allein auf Fähigkeiten und Erfahrung, namentlich aber auf Gewandtheit in der schnellen Erledigung der Dienstgeschäfte gesehen.

Lokomotivführer beginnen beispielsweise ihre Laufbahn als junge Putzer in den Lokomotivschuppen, werden alsdann Heizer und nach bestandener Prüfung Führer. Zugführer rekrutiren sich aus den Gepäckträgern, Rangirern usw.

Die oberen Grade der Subalternbeamten, Stationsvorsteher, Revisoren usw. gehen durchweg aus den unteren Stellungen hervor; bei guten Leistungen ist der Weg zu höheren Stellungen, wie z. B. zum District-Superintendent, nicht verschlossen. Es ist wiederholt selbst bei grofsen Bahnen vorgekommen, dass Unterbeamte zu der hohen Stellung eines General Manager emporgestiegen sind. Dass hierin für die jungen Leute ein starker Sporn liegt, den an sie gestellten Anforderungen in jeder Weise gerecht zu werden, bedarf wohl keiner Erwähnung, während andererseits mit den Beamten, welche ihre Schuldigkeit nicht thun, kurz verfahren wird, indem sie ohne weiteres entlassen werden. Bemerkenswert dürfte sein, dass höhere Verwaltungsstellen vielfach mit kaufmännisch vorgebildeten Leuten besetzt sind, die sich jedoch mit den Einzelheiten des Eisenbahnwesens wohl vertraut gemacht haben. Dem Ingenieur ist überall eine der hohen Wichtigkeit seines Faches für das Eisenbahnwesen und dem Ansehen, in welchem er drüben steht, entsprechende einflussreiche Stellung mit einem hohen Mafse von Verantwortlichkeit eingeräumt, deren Wirken sich in der grofsen Leistungsfähigkeit der englischen Bahnen wiederspiegelt. Das juristische Element ist bei den Bahnen in nur beschränktem Mafse vertreten.

Güterverkehr und Güterstationen.

An dieser Stelle muss noch der im Abschnitt I [1]) erwähnten drei unterirdischen Güterschuppenanlagen und ihrer Verkehrsverhältnisse gedacht werden, die in ihrem Anschluss an die durch den Personenverkehr so stark belasteten Untergrundgeleise einen sehr bemerkenswerten Punkt in dem Gesammtbild ausmachen. Alle drei liegen im Herzen der City, also in der vorteilhaftesten Lage, und erfreuen sich eines ungemein lebhaften Verkehrs. Sie sind einander sehr nahe gruppirt. Ihr Lageplan und Anschluss an die Untergrundbahnen ist in der Fig. 114 dargestellt und zeigt die für jede Anlage grundverschiedene Anordnung. Gleichzeitig veranschaulicht die Figur auch den im Abschnitt I erörterten doppelten Anschluss der Widened Lines an die London, Chatham and Dover-Bahn mit ihren 4, nur wenige hundert Meter von einander entfernten Stationen Snow Hill, Holborn Viaduct, Ludgate Hill und St. Paul's, von denen die zweit- und letztgenannte (im Verein mit der Victoria-Station) den regen Verkehr nach dem Festlande über Queensborough—Vlissingen vermitteln. Die beiden Verbindungsgeleise von der hochgelegenen Station

[1]) S. 5.

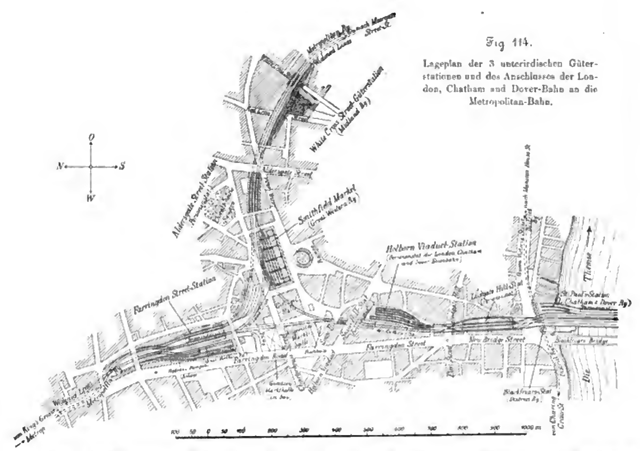


Fig 114.

Lageplan der 3 unterirdischen Güterstationen und des Anschlusses der London, Chatham and Dover-Bahn an die Metropolitan-Bahn.

Ludgate Hill nach der benachbarten unterirdischen Snow Hill-Station liegen im Gefälle 1 : 39 und zeigen die stärkste Neigung auf dem Untergrundnetze. Das in der Fig. 114 dargestellte verhältnismäfsig kleine Bahngebiet vereinigt auf engstem Raume eine Fülle höchst bemerkenswerter Anlagen und Einrichtungen verschiedensten Gepräges. Die Hauptmerkmale der 3 Güterstationen seien kurz hier besprochen.

a) Der Güterbahnhof der Great Western-Bahn — Smithfield Market — ist die älteste Anlage; er liegt zwischen Station Farringdon Street und Aldersgate Street und wurde im Mai 1868 eröffnet. Er ist namentlich dadurch bekannter geworden, dass darüber die grofsartige Zentralfleischhalle Londons (Central London Meat Market) errichtet ist. Dieses im Renaissancestil ausgeführte, an den 4 Ecken durch Türme gezierte Gebäude ist 192 m lang und 75 m breit. Die unterirdische Station steht mit der Markthalle durch zwei Aufzüge in Verbindung, mit dem freien Platze davor durch eine Fahrstrafse, welche in starker Windung aufwärts führt und oben um eine mit Springbrunnen und Gartenanlagen geschmückte Plattform ausläuft. Die Strafsenfuhrwerke können auf dieser verhältnismäfsig bequem in den Güterbahnhof einfahren. Da wo die Rampe unterhalb der öffentlichen Strafse in die Güterhalle einmündet, ist sie zwecks Sicherung des Wagenverkehrs durch zwei etwa 25 m lange Scheidewände geteilt; der eine Weg dient den einfahrenden, der andere den ausfahrenden Wagen, während der dritte gegen die Halle abgeschlossene Teil zum Aufstellen von Rollfuhrwerken benutzt wird.

Besonderes Interesse erweckt die Deckenbildung der Untergrundstation, welche über einem 190,5 × 73,2 m grofsen Raum auszuführen und den starken Lasten der Markthalle anzupassen war. Sie bietet ein ungewöhnliches Beispiel der Verwendung schweifseiserner Träger und Gewölbekappen. Zwanzig gewaltige Kastenträger von je 75 m Länge überspannen die Station in der Breite und tragen 32 I-förmige, je 182 m lange Längsträger, zwischen welche Gewölbekappen von 2,3 m Weite und 0,33 m Pfeil gespannt sind. Die Kastenträger sind mit 26 bis 28 t/m belastet und werden von schweifseisernen Säulen unterstützt, die, aus ⊔-Eisen und Blech zusammengenietet, vielfach als Doppelsäulen verwandt sind. Expansionsvorrichtungen sind in diesen langgestreckten Eisenmassen nicht eingebaut und haben sich auch als unnötig erwiesen.

Die Schienengeleise liegen 7,3 m unter dem Fufsboden der Halle. Die Grundmauern der letzteren sind zum teil in etwa 3,5 m Abstand von Gewölbemauern flankirt, welche den Erdboden zurückhalten. Der hierdurch geschaffene nischenreiche und ausgedehnte Gang wird zu Magazinzwecken benutzt, da die Great Western-Bahn wegen mangelnden Platzes kein besonderes Lagerhaus mit der Station vereinigen konnte, wie dies sonst bei allen gröfseren englischen Güterbahnhöfen der Fall ist. Der Zweck solcher Lagerhäuser wird bei den beiden anderen Güterstationen näher erörtert werden.

Durch die Güterstation zieht sich an der einen Längsseite das Geleispaar der Widened Lines in gleicher Höhenlage mit den Schienen der ersteren und ohne Einfriedigung nach der Seite dieser unmittelbar benachbarten Geleise. (Die Innenringgeleise verlaufen in einem besonderen Tunnel nebenan.) Die sehr zahlreichen Personen- und Güterzüge der Widened Lines durchfahren den Güterbahnhof, während auf seinen Geleisen verladen und rangirt wird. Letzteres geschieht durch Pferde.

Es sind 6 Geleisstränge vorhanden; 2 davon dienen für die ankommenden, 2 für die abfahrenden Züge; sie stehen durch 28 Drehscheiben mit einander in Verbindung und liegen teilweise neben Ladebühnen. Da, wo diese von Quergeleisen durchschnitten werden, sind bewegliche, auf Rädern laufende Uebergangsbrücken eingeschaltet, die nach Belieben vermittels einer Handwinde vor- und zurückgezogen werden können.

Die Geschäftsräume sind ebenfalls unterirdisch an der Einmündung der grofsen Rampe angeordnet; nur die Räume für den Vorstand und dessen nächste Gehilfen sind in einem kleinen Nachbargebäude oberirdisch gelegen, in welchem sich auch eine der zahlreichen Gepäckannahmestellen der Great

Western-Bahn befindet. Eine Treppe verbindet dieses mit der Güterstation.

Die Beleuchtung des Schuppens einschl. des obengenannten Lagerganges und der Geschäftsräume wird durch rd. 400 Gasflammen bewirkt, die ein höchst spärliches, mit Rücksicht auf den grofsen Güterverkehr geradezu ärmliches Licht in dem Schuppen verbreiten. Die Flammen sind meist an den Säulen angebracht, mit weifsglasirten Reflektoren ausgestattet und durch Drahtgitter geschützt.

Früher besafs Smithfield Market eine ausgedehnte Druckwasseranlage zum Betriebe der Krane, Aufzüge und zahlreichen Capstans (Spills). Letztere dienten dazu, die Güterwagen zu verholen und auf den Drehscheiben zu drehen. Man hat sie wieder entfernt, wahrscheinlich, weil ihre Benutzung in der mangelhaft erleuchteten Station mit Unzuträglichkeiten verbunden war. Auch die hydraulischen Krane stehen zum teil unbenutzt da; die Güter werden ähnlich wie bei uns durch Arbeiter mittels der Sackkarre ein- und ausgeladen, was sonst in England nicht allgemein gebräuchlich ist.

Einschliefslich der Beamten und Rollfuhrleute beträgt die Zahl der am Bahnhof Beschäftigten etwa 550, während für die Güter-An- und -Abfuhr, welche, wie allgemein drüben üblich, bahnseitig bewirkt wird, ungefähr 300 Pferde vorhanden sind; 9 Pferde werden für Rangirzwecke benutzt. Die zu bewegenden Gütermassen belaufen sich an einzelnen Tagen bis auf 550 t, wovon etwa 350 t auf die ausgehenden, 200 auf die eingehenden Güter zu rechnen sind. Sämmtliche Güter gehören der höchsten Tarifklasse an. Massengüter gelangen hier nicht zur Abfertigung, nur Stückgüter und namentlich Fleisch. Bei den bekanntlich sehr hohen Frachtsätzen der englischen Bahnen ist die Einnahme der Smithfield-Station eine lohnende.

Die grofse oberirdische Markthalle wird durch eine quer durchgeführte breite Strafse in 2 Abteilungen getrennt. Jede besitzt ihren hydraulischen Aufzug, dessen Hebebühne 2,88 × 3,1 m Fläche und 13 cwt = 0,66 t Tragkraft besitzt. Diese Aufzüge sind lediglich für den Fleischtransport bestimmt. Besondere Fleischzüge treffen fast allnächtlich von Birkenhead und Bristol hier ein. In Birkenhead, dem bekannten Liverpool gegenüberliegenden Hafenplatze, befinden sich grofse Schlachthäuser, in denen das überseeische, lebend eingeführte Vieh geschlachtet und dann von dort nach dem Londoner Markt gebracht wird, während in Bristol geschlachtetes Vieh, namentlich australische Hammel, durch besondere, mit Gefriereinrichtung ausgestattete Dampfer eingeführt wird. Ein derartiger Dampfer fasst 20000 bis 25000 ausgeschlachtete Hammel.

Das Entleeren der Fleischwagen (meat vans) erfolgt sehr schnell. Gewöhnlich sind 8 Mann hierbei thätig, einer ist im Wagen beschäftigt, ein anderer an dem zum Anheben und Ausschwenken der grofsen Fleischstücke dienenden Kran, und 6 Mann tragen. Je 2 Mann treten mit ihrer Last auf die Aufzugsbühne, werden gehoben, bringen das Fleisch in der Halle zu dem betreffenden Stande und hängen es hier auf. Während dessen werden 2 andere Träger wieder hinabbefördert, 2 beladene treten auf die Aufzugbühne, und so wechselt es in schneller Folge ab. Ein Wagen enthält durchschnittlich 10 grofse Fleischstücke (sides) im Gesammtgewicht bis zu 2 t. An dem Tage, an welchem ich Smithfield Market besichtigte, traf beispielsweise ein Sonderzug von 11 Wagen von Birkenhead ein, der insgesammt 109 sides enthielt. Der Zug kam 4 Uhr 20 Min. morgens in Smithfield an, um 4 Uhr 45 Min. begann das Entleeren, um 5 Uhr 50 Min., also 1 Stunde 5 Min. später, waren sämmtliche Wagen bereits entleert und ihr Inhalt oben in der Halle in den verschiedenen Fleischerständen, deren nicht weniger als 230 vorhanden sind, untergebracht. Nach den vom Vorstande dieses Bahnhofes geführten Aufzeichnungen, die mir freundlichst zur Verfügung gestellt wurden und als weiterer Beweis für das ungemein schnelle Arbeiten hier teilweis wiedergegeben sein mögen, wurde ein anderer Zug von Birkenhead — 9 Wagen mit 88 Fleischseiten — in der Zeit von 2 Uhr 15 Min. bis 2 Uhr 55 Min. morgens, also in 40 Min. entleert und sein Inhalt oben aufgehängt. Ein von Bristol eingetroffener 14 Wagen starker Zug enthielt 653 Rinderviertel, die in der geringen Zeit von 1 Uhr 40 Min. bis 3 Uhr 45 Min. morgens fortgeschafft worden waren. Der Zug hatte Bristol abends 7 Uhr 35 Min. verlassen und war in Smithfield Market um 12 Uhr 59 Min. nachts eingetroffen, hatte also die 123 engl. Meilen = 198 km lange Strecke in 5 Stunden 24 Min. durchlaufen, was einschliefslich der Aufenthalte einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 36,6 km in der Stunde entspricht.

Stärker als 22 Wagen einschliefslich der beiden erforderlichen Bremswagen [1]) darf auf den Untergrundbahnen kein Güterzug sein. Diese Vorschrift wird strengstens befolgt. Trifft z. B. in Acton, dem grofsen Güterbahnhofe der Great Western-Bahn (vgl. Tafel V), von dem aus die Cityzüge entsendet werden, ein Fleischzug mit mehr als 20 Wagen ein, so muss die über 20 überschiefsende Zahl von Wagen, und sei es auch nur einer, hier abgekuppelt und in besonderem Zuge nach Smithfield befördert werden.

Durchschnittlich sind 50 bis 60 t Fleisch allnächtlich aus der Station in die Halle zu befördern, welche Zahl in einzelnen Nächten auf das dreifache anwächst — rund 360000 Pfund Fleisch! Wer sich einen Begriff von einem Teil der Fleischmassen machen will, die in London verzehrt werden, der durchwandere früh morgens die Riesenhalle von Smithfield Market, die in ihren ungeheuren, einen Teil des Londoner Bedarfes deckenden Vorräten, ihren mit lauter Stimme zum Kauf auffordernden zahllosen Fleischern und Händlern und dem Gewoge der Besucher ein Bild eigenartigen Marktlebens entrollt.

An den Fleischmarkt stofsen die 3 geräumigen Hallen für Geflügel, Fische und allgemeine Marktwaren, welche gleichfalls einen nennenswerten Verkehr der Güterstation zuführen. Eine geräumige, für Gemüse u. dergl. bestimmte Markthalle ist gegenüber der letzteren zur Zeit im Bau begriffen. Unter der Geflügelhalle befinden sich grofse mit Gefriereinrichtung versehene Fleischmagazine (meat stores), deren Betriebsmaschinerie in einem besonderen gegenüber liegenden Gebäude untergebracht ist. Durch Smithfield Market hat sich die vom Westen Londons nach dem Süden und Westen Englands verzweigende Great Western-Bahn eine verkehrsreiche Güter-An- und -Abfuhrstelle im Osten der City geschaffen. Zwanzig Güterzüge dieser Bahn fahren an Tagen des stärksten Verkehrs von Smithfield Market nach den Hauptgüterbahnhöfen Paddington Goods Yard und Acton und umgekehrt, während für gewöhnlich 6 Züge täglich einlaufen und 7 ausgehen.

Nach dem Uebereinkommen mit der Metropolitan-Bahn müssen die für Smithfield bestimmten Great Western-Züge wegen der Geleiskreuzung bei Aldersgate [2]) bis 7 Uhr morgens

[1]) In den engl. Güterzügen laufen — abgesehen von den auf einigen Bahnen mit durchgehenden Bremsen ausgestatteten Milch-, Fleisch- und sonstigen Eilgüterzügen — besondere Bremswagen am Ende, entweder nur einer, oder bei stärkeren Steigungen und bei gröfserer Zuglänge zwei. Sie bilden gewöhnlich mit der Lokomotivbremse die einzigen Bremsmittel während der Fahrt. In jedem Bremswagen befindet sich ein Bremser, der neben dem Lokomotivpersonal der alleinige zugbegleitende Beamte ist. Allerdings sind die Güterzüge drüben kürzer als bei uns; sie werden dafür mit gröfserer Geschwindigkeit gefahren. Beispielsweise sind die Great Northern-Güterzüge auf den Hauptlinien höchstens 40 Wagen stark, bis zu 32 Wagen wird ein Bremswagen beigegeben, darüber zwei. Durchschnittlich bestehen die Güterzüge, auch auf den anderen englischen Bahnen, aus 24 (zweiachsigen) Wagen. Das Eigengewicht der Güterwagen schwankt im allgemeinen zwischen 4½ und 5¼ t, ihr Ladegewicht zwischen 8 und 10 t, wird jedoch in Wirklichkeit häufig nicht erreicht. Die Bremswagen sind gewöhnlich 10 t schwer. Diese kostspieligere Beförderungsart, welche allerdings auch den Vorteil gröfserer Wagenausnutzung einschliefst, wird durch hohe Tarife ermöglicht. Diese sind bis jetzt nicht durch Gesetz vorgeschrieben und werden durch den Wettbewerb der übrigen Bahngesellschaften beeinflusst. Uebersteigt freilich die Reineinnahme eine gewisse Höhe, so kann die Bahn gezwungen werden, ihr Tarife zu ermäfsigen. Um dieses zu vermeiden, führen die Bahngesellschaften nach einer Mitteilung des Zentralblattes der Bauverwaltung 1890 No. 39 S. 403 oftmals kostspielige Bauten aus, ein Verfahren, das die engl. Börsenleute mit dem besonderen Kunstausdruck »watering of the stock« (das Wässern des Aktienkapitals) bezeichnen. Eine gesetzliche Regelung der Tarife steht in kurzem zu erwarten.

[2]) S. 5.

in die Güterstation eingelaufen sein, während vor 7 Uhr 28 Min. abends kein Zug dieselbe verlassen darf.

b) Der Güterbahnhof der Great Northern-Bahn — Farringdon Street Station — stöfst unmittelbar an die gleichnamige Personenstation der Metropolitan-Bahn und der Widened Lines, ist jedoch als Kopfstation ausgeführt.

Die Anlage hat auf einem sehr schmalen Geländestreifen hergestellt werden müssen, der auf der einen Längsseite von den Metropolitan-Geleisen der Widened-Lines, auf der anderen von einer hochgelegenen Strafse begrenzt wird (vgl. den Lageplan Fig. 115). Der eigentliche Güterschuppen wird durch das Kellergeschoss eines fünfstöckigen, etwa 95 m langen Lagerhauses von trapezförmigem Grundriss gebildet und enthält 3 durch eine Weiche und zwei Drehscheiben mit einander verbundene Parallelgeleise. Von diesen ist eines Einfahrts-, ein zweites Ausfahrtsgeleis. Aufserdem sind noch 3 überdachte Geleise vorhanden. Die in den Schuppen einfahrenden Züge müssen auf den ersteren Strang zurücksetzen und gelangen dann auf die Ladegeleise. Wegen des mangelnden Platzes dürfen die eingehenden Züge nur 18 Wagen (einschl. zweier Bremswagen) stark sein; die ausgehenden Züge können aufser den 2 Bremswagen 19 leere oder 16 beladene Wagen führen. Trotz ihres geringen Raumes und ihrer unbequemen Geleisanordnung bewältigt die Station erhebliche Gütermassen, deren durchschnittliches Tagesgewicht mir von dem Vorstande zu 600 t angegeben wurde. Meist gehen 12 Züge während der Nachtzeit ein und aus; am Tage läuft wegen der Kreuzung der Widened-Lines nur 1 Zug ein.

Ein grofser Teil des Frachtgutes besteht aus Fischen, Kartoffeln und Gemüse und hilft den Bedarf des grofsen Covent-Garden-Marktes usw. decken.

Das mit dem Güterbahnhof verbundene Lagerhaus dient zum Aufbewahren solcher Gegenstände, welche von den Empfängern nicht sofort nach dem Eintreffen abgenommen, vielmehr auf deren Kosten bahnseitig aufbewahrt werden. In dem grofsen Lagerhause des Hauptgüterbahnhofes der Great Northern-Bahn (nahe der King's Cross-Station), in welchem u. a. gewöhnlich bis zu 15000 Sack Getreide, Mehl usw. lagern, ist seitens der Besitzer wöchentlich an Lagergeld zu zahlen: für 1 Sack Getreide $^1/_4$ d = $2^1/_{12}$ Pfg., für 1 Sack Sämereien $^1/_2$ d = $4^1/_6$ Pfg., für 1 Sack Mehl 1 d = $8^1/_3$ Pfg.

In Farringdon Street-Station wird vorzugsweise Käse (aus Kanada), Butter, Speck, Papier usw. gelagert. Jedes Stockwerk nimmt in der Regel bestimmte Warensorten auf, beispielsweise das oberste Papier und Glas, das folgende Käse, von dem sich oftmals 40000 Kisten vorfinden, usw. Zum leichten und schnellen Transportiren der schwereren Massen innerhalb der Räume dienen Laufkatzen, zum Hinaufschaffen und Hinablassen Druckwasseraufzüge und Winden.

Das in Strafsenhöhe liegende Lagerhausgeschoss enthält 1 Längsgeleis, welches durch einen Druckwasseraufzug die Wagen aus dem darunter gelegenen Schuppen empfängt und sie dahin wieder abgiebt. Die Rollfuhrwerke fahren entweder auf einer Rampe in den letzteren und in den Geleishof ein oder unmittelbar von der Strafse in das Lagerhaus. Sie sind ein- oder zweispännig; erstere fassen durchschnittlich 2 t, letztere 4 t Lasten. Sie sind Eigentum der Bahn und befördern das Frachtgut nach und von der Güterstation. Die Eisenbahngesellschaften besorgen selber das Speditionsgeschäft. Sammelgutverkehr, wie bei uns, ist dort nicht Gebrauch; auch aus diesem Grunde gelangen die Güter, soweit sie nicht zum Lagern bestimmt sind, sehr schnell zur Verfrachtung und werden ebenso schnell den Empfängern zugestellt. Jeder Rollwagen wird durch einen Fuhrmann und einen Knaben begleitet; ersterer verdient 19 bis 27 *M.* die Woche, letzterer 10 bis 15 *M.* Jedes beladen ein- oder ausgehende Fuhrwerk wird im Schuppen auf einer Brückenwaage gewogen; das Eigengewicht des Wagens steht an diesem eingeschrieben und beträgt beispielsweise bei 2 spänniger Anordnung 27 Ztnr. Die Druckwasserbetriebsanlage ist in kleinen schmalen Räumen an der einen Längsseite der Hofgeleise untergebracht, die gleichfalls die sorgfältige Platzausnutzung erkennen lassen. Es sind zwei Druckpumpen vorhanden, ihre Kolben haben 152 mm Dmr., die zugehörigen Dampfcylinder 406 mm. Der Akkumulator mit einem rd. 120 t betragenden Gewicht hat 7,315 m Hub und 508 mm Kolbendmr. und

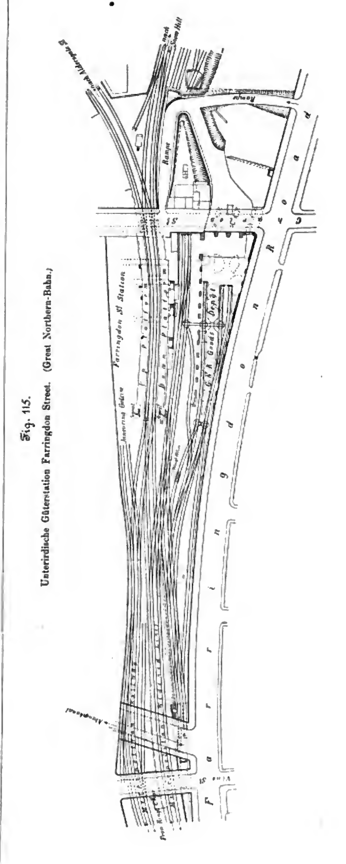


Fig. 115. Unterirdische Güterstation Farringdon Street. (Great Northern-Bahn.)

ermöglicht einen Wasserdruck von 800 Pf. auf den Quadratzoll = rd. 55 kg/qcm. Sein Belastungsgefäfs ist wegen mangelnden Raumes 7,25 m hoch ausgeführt. Fig. 116 zeigt die getroffene Anordnung. In der einen Mauerecke des Raumes sind Steigeisen angebracht, um zu den oberen Teilen gelangen zu können. Betrieben werden: 1 Wagenaufzug, 6 Capstans, 2 Personen- und Güteraufzüge von je 10 Ztur. Tragkraft, 10 Krane, sowie verschiedene kleinere Aufzugsvorrichtungen. Aufserdem wird noch in einem ungefähr 150 m entfernten zweiten Lagerbause ein Aufzug für Rollfuhrwerk bedient. In diesem wird das Kellergeschoss zum Aufstapeln schwerer Güter benutzt. Die in Strafsenhöhe auf die Aufzugsbühne fahrenden Lastwagen werden so tief gesenkt, dass ihr Boden bündig mit dem Fufsboden des Kellergeschosses liegt und die Güter leicht abgerollt werden können.

Die beiden oberen Geschosse dieses Lagerhauses dienen als Pferdeställe; sie gewähren Platz für 189 Pferde. Rampen führen an beiden Stirnseiten im Innern zu ihnen hinauf. Die Ställe sind hell und luftig. Schmiede, Sattlerwerkstatt, Wohnungen für Fuhrleute usw. sind gleichfalls hier vorhanden.

c) Der Güterbahnhof **White Cross Street** der **Midland-Bahn** ist von den 3 Anlagen die jüngste — sie wurde anfangs 1878 in Betrieb genommen — und bezüglich der Geleisanordnung auch die bemerkenswerteste. Sie liegt an den Widened Lines zwischen Moorgate- und Aldersgate Street-Station zwischen den beiden Strafsenzügen White Cross und Red Cross, inmitten eines dichtbebauten Stadtviertels, in welchem man kaum eine Güterstation vermuten würde. Der Platz ist gröfstenteils durch Ankauf und Niederlegung von Häusern geschaffen worden. Diese Anlage besteht aus einem **Kellergeschoss**, in das die Züge einlaufen und in welchem die Wagen auf die einzelnen Geleise versetzt werden, um entweder mittels Druckwasseraufzüge in die oberirdische **Güterhalle** zwecks Ent- und Beladens übergeführt zu werden, oder um ihre Güter an das unmittelbar anschliefsende vierstöckige **Lagerhaus** abzugeben.

Der Geleisanschluss der Station an die Widened Lines ist, wie aus ihrem in Fig. 117 wiedergegebenen Grundriss ersichtlich, in der Weise bewirkt, dass von dem einen, in der Richtung von der Midland-Bahn nach Moorgate, also in der Steigung 1 : 100 befahrenen Geleis ein das zweite Bahngeleis durchschneidender und mit diesem durch eine halbe englische Weiche in Verbindung gebrachter Strang abgezweigt ist. Er löst sich in dem Bahnhof in drei Geleise auf, von denen 14 Ladegeleise in einem **rechten** bezw. **stumpfen Winkel** auslaufen. (Die Geleise der beiden vorgenannten Güterstationen liegen nahezu parallel mit den Widened Lines.) 15 vor Kopf derselben angeordnete Drehscheiben von etwa 4 m Dmr. vermitteln unter Zuhilfenahme von 12 Capstans das Umsetzen der Wagen, die am anderen Ende dieser Geleise durch kleine Schiebebühnen von einem Strang auf den anderen gebracht werden können. Die ganze Anordnung erscheint wohldurchdacht und zweckentsprechend.

Zahlreiche kräftige Blechträger, von eisernen Säulen unterstützt, tragen die Decke des Kellergeschosses, auf welcher

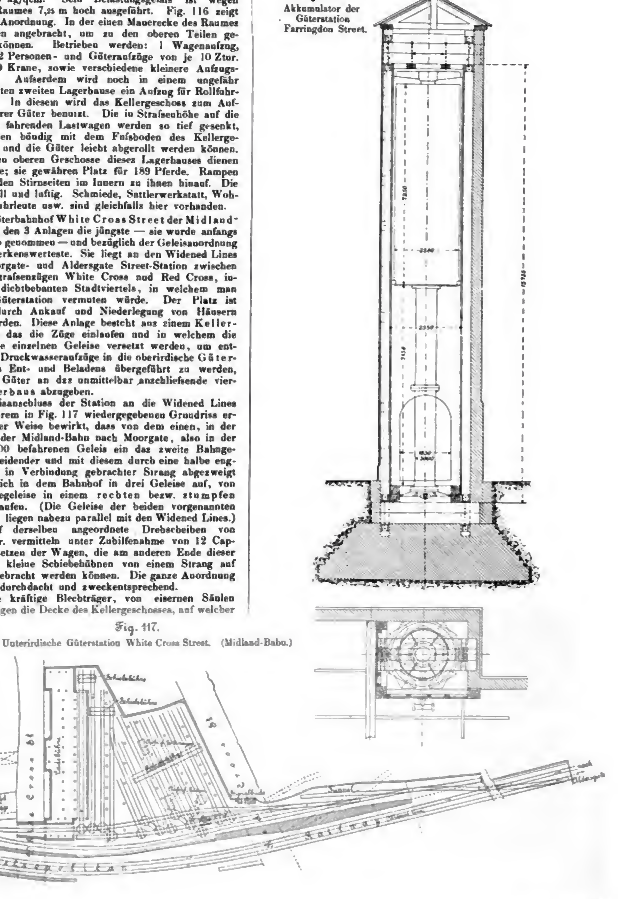


Fig. 116. Akkumulator der Güterstation Farringdon Street.

Fig. 117. Unterirdische Güterstation White Cross Street. (Midland-Bahn.)

der in Strafsenhöhe liegende Fufsboden der Güterhalle ruht. Zwischen die Träger sind Gewölbkappen gespannt. Erstere treten, wie auch aus der in Fig. 117 angegebenen Säulenstellung erkennbar, teilweise unter spitzem Winkel zusammen, infolge der unregelmäfsig gestalteten Grundfläche. Gegen die Bahnlinie ist das Erdgeschoss nur durch Gitterwerk abgesperrt, durch welches das Tageslicht spärlich in das Innere fällt. Die Deckenträger sind an dieser Stelle durch Querträger und Säulen gestützt. Es ist, wie man hieraus sieht, viel Eisen angewandt.

Die eiserne mit Oberlicht versehene Dachkonstruktion der Güterhalle wird von gusseisernen Säulen getragen und teilt den Raum in ein Langschiff mit 6 daranstofsenden Querschiffen, Fig. 118. Zwischen den Geleisen, welche 42 Wagen aufnehmen können, liegen Ladebühnen von 1 m Höhe, welche Druckwasserkrane tragen. Oberhalb der Bühnen sind zwecks Erleichterung des Güterversandes Schilder mit den Namen der verschiedenen Städte aufgehängt, nach denen verfrachtet wird. Die Beleuchtung zur Nachtzeit geschieht durch Gas.

Das Lagerhaus liegt mit seiner Front an der White Cross-Strafse. Es ist 74 m lang, 16,4 m breit und enthält im Kellergeschoss in ganzer Länge ein Geleie mit Ladebühne. An dieser werden diejenigen Wagen entladen, deren Gut zum bahnseitigen Lagern bestimmt ist. Die leeren Wagen werden an dem einen Ende mittels einer hydraulischen Schiebebühne auf das Ausgangsgeleis gesetzt, von dem sie entnommen werden, um entweder in den ausgehenden Zug eingestellt oder in die Güterhalle zum Wiederbeladen übergeführt zu werden. Das Lagergut wird mittels Aufzüge in die einzelnen Stockwerke des Lagerhauses gebracht. Wie Fig 118 erkennen lässt, werden die Fufsböden des letzteren durch Gewölbkappen gestützt, welche in feuersicherer Weise aus I-Trägern und Zement hergestellt sind; gleiches gilt auch für die Decke des Kellergeschosses unterhalb der Güterhalle.

Die tägliche Güter-Ein- und -Ausfuhr beläuft sich auf durchschnittlich 400 t, das zum Lagern bestimmte Gut nicht mit eingerechnet. Im mittel werden 140 Wagen täglich in der Güterhalle beladen. Während der Nachtzeit treffen etwa 12 Züge ein, am Tage 4. 7 Uhr morgens wird die Station geöffnet, 6½ Uhr abends für das Publikum geschlossen, jedoch für die eigenen Rollfuhrwerke noch bis etwa 9 Uhr abends offen gehalten. Die eingehenden Züge enthalten bis 20 Güterwagen und 1 Bremswagen, die ausgehenden dagegen wegen der stärkeren Steigung bis 19 Güter- und 1 Bremswagen. Letzterer hat ein Eigengewicht von 20 t und besitzt 3 Achsen, deren Räder sämmtlich gebremst werden. Früher wurden 2 Bremswagen von je 10 t Gewicht in die Züge eingestellt.

Die Druckwassereinrichtung der White Cross-Station ist sehr vollständig bemessen und verdient nähere Erwähnung.

Die Pumpenanlage ist in einem besonderen Anbau untergebracht, Fig. 117, und sticht schon durch ihre äufsere Erscheinung vorteilhaft gegen die beiden vorbesprochenen — freilich auch älteren — Güterstationen ab. Es sind zwei verschieden grofse Druckpumpen mit folgenden Hauptabmessungen vorhanden:

a) grofse Pumpe:

Dampfcylinder-Durchmesser = 457 mm, Hub = 762 mm,
Pumpenkolben-Durchmesser = 114 mm und 165 mm;

b) kleine Pumpe:

Dampfcylinder-Durchmesser = 406 mm, Hub = 686 mm,
Pumpenkolben-Durchmesser = 108 mm und 152 mm.

Den Dampf liefern 3 Flammrohrkessel von 7 kg/qcm Betriebsdruck. Die Kesselspeisung wird selbsttätig bewirkt. Zwei Akkumulatoren stehen in Benutzung. Der eine hat 610 mm Kolbendmr., 5490 mm Hub und ein Gewicht von 150 bis 160 t, der andere hat 457 mm Kolbendmr. und 6100 mm Hub. Der Wasserdruck beträgt 722 Pfd. auf den Quadratzoll = 50,75 kg/qcm.

Mittels Druckwassers werden betrieben: 2 Wagenaufzüge von je 20 t, 3 Warenaufzüge von je 1 t, 6 Sackwinden

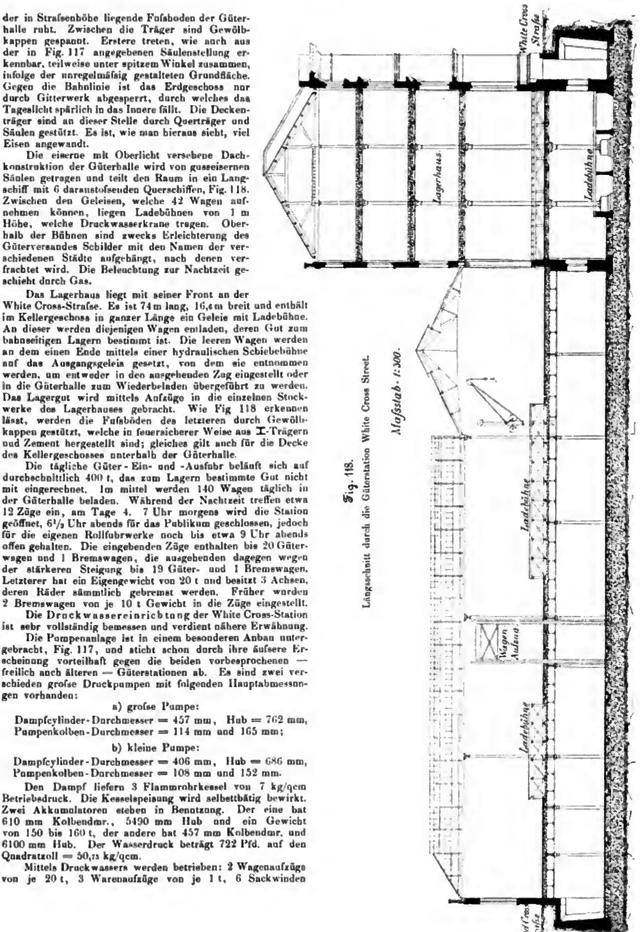


Fig. 118. Längsschnitt durch die Güterstation White Cross Street.

von je $1^{1}/_{2}$ t, 9 Krane (2 Stück von je 1 t, 5 Stück von je $1^{1}/_{4}$ t, 2 Stück von je $2^{1}/_{2}$ t), 5 Schiebebühnen von je 16 t Tragkraft und 16 Capstans von je 1 t Zugkraft.

12 Capstans stehen unten im Erdgeschoss, 4 oben in der Güterhalle. Die Behauptung des mich in der Station umherführenden Beamten, dass diese Anlage mehr maschinelle Hilfsmittel enthalte als irgend ein anderer englischer Güterbahnhof ähnlicher Ausdehnung, erscheint hiernach wohl berechtigt.

Die Wagenaufzüge bestehen im wesentlichen aus einer 6,4 × 3,36 mm grofsen Geleisbühne, die unterhalb jeder Langseite mittels einer Längewerkskonstruktion sich auf die beiden Kolbenstangen zweier zwischen seitliche Führungen aufgestellter Hubcylinder stützt. Sie sind von der Hydraulic Engineering Co. Lim. in Chester geliefert.

Die Hubcylinder für die Warenaufzüge und Sackwinden befinden sich im Dachgeschoss des Lagerhauses und reichen bis in das nächste Stockwerk hinab. Die senkrechten Kolbenstangen tragen 5 Kettenrollen, arbeiten also mit 10facher Uebersetzung. Diese Aufzugvorrichtungen sind, gleichwie die Capstans und Schiebebühnen, in der Fabrik von Tannett Walker & Co. in Leeds erbaut.

Die Schiebebühnen laufen auf 3 Schienen und stützen sich auf jeder mittels dreier hinter einander gelagerter Rollen von 280 mm Dmr. Sie werden durch Kette vom Presskolben aus betrieben.

Die Krane, aus der bekannten Fabrik von Armstrong & Co. in Newcastle-on-Tyne, fallen durch ihre einfache Konstruktion auf. Sie sind unten in den Ladebühnen gelagert und arbeiten mit freitragender senkrechter Kolbenstange, die an ihrem oberen (Rollen-) Ende nicht geführt ist, vgl. Fig. 118.

Der Betrieb im Schuppen usw. ist, wie der aller verkehrsreicheren englischen Güterstationen, ein äufserst flotter und bietet ein überraschendes Bild dar durch die Schnelligkeit, mit der, allerdings unter Zuhilfenahme der zahlreichen mechanischen Hilfsmittel, die Wagen herangeholt, ent- bezw. beladen, umgesetzt und zu Zügen zusammengestellt werden, wobei verhältnismäfsig nur wenige Arbeiter thätig sind. Der das gesammte englische Leben beherrschende Grundsatz: Time is Money, kommt auch im Betriebe der Güterstationen zur vollen Geltung und Nutzanwendung. Es ist freilich wohl zu beachten, dass die Gütermassen in oftmals beträchtlicher Menge in kürzester Zeit zu verfrachten sind. Hierzu kommt, dass die Tragfähigkeit der englischen Güterwagen im allgemeinen verhältnismäfsig nur gering ist. Letztere sind meist offene Wagen — bedeckte sind weniger beliebt —, haben kurzen Radstand und sind daher bequem durch Krane zu bedienen und leicht fortzubewegen. Die Drehscheiben, Schiebebühnen und Hebevorrichtungen für die Wagen können dementsprechend schwächer bemessen werden: Umstände, welche einem flotten Betriebe wesentlichen Vorschub leisten, während anderseits der starke Verkehr die ausgedehnteste Verwendung von Wasserdruckkranen, Capstans usw. gestattet.

Es würde hier zu weit führen, die eigenartige Anordnung und vortreffliche Platzausnutzung der White Cross-Anlage in ihren weiteren Einzelheiten eingehender zu besprechen, obwohl sie dem Fachmanne mancherlei belehrendes und beachtenswertes nach verschiedenen Richtungen hin bietet.

Schliefslich sei auch noch der auf S. 5 im Abschnitt I genannten Güterstation **Broad Street** der **London and North Western-Bahn** gedacht, die eine ebenfalls mit mechanischen Hilfsmitteln reich ausgestattete und sehr leistungsfähige Anlage ist. Sie weist auf einer Grundfläche von nur $13^{1}/_{2}$ acres ($5^{1}/_{2}$ ha) 183 Krane auf, darunter 54 mit Wasserdruck betriebene, ferner mehrere hydraulische Wagenaufzüge von je 14 t Tragkraft, 2 hydraulische Warenaufzüge von je $1^{1}/_{4}$ t Tragfähigkeit und eine gröfsere Anzahl von Drehscheiben und Capstans. Diese Station zieht jedoch nicht so sehr hierdurch die Aufmerksamkeit auf sich als vielmehr durch die höchst eigenartige Platzausnutzung. Wie oben erwähnt und auf Tafel V angegeben, liegt sie inmitten der City am östlichen Endpunkte des Aufsenrings bezw. der North London-Bahn, und zwar neben und unterhalb der gleichnamigen als Kopfbahnhof ausgeführten Personenstation der letzteren[1]). In gleicher Höhe mit dieser besitzt die North Western-Bahn 10 Kopfgeleise für die Aufstellung ihrer Güterzüge. Sie stehen mit den unten liegenden Güterschuppen-Geleisen durch die vorgenannten Warenaufzüge in Verbindung.

Die Personenstation, deren viergeleisige Zufahrtslinie sich auf hohem Steinviadukt durch die City hinzieht, ist auf 14 Steingewölben von je 9,75 m Spannweite und 104 m Länge errichtet. Das Innere dieser Gewölbe hat nun die North Western-Bahn sehr geschickt für eine Güterstation verwertet und dadurch gleichzeitig eine beträchtliche Ersparnis an Grunderwerb erzielt, der ja nach früheren Darlegungen wohl in keiner anderen europäischen Stadt so kostspielig ist wie hier in der Londoner Altstadt. Durch 12 dieser Gewölbe ist je eine 3,4 m breite und 74 m lange Ladebühne mit einem Geleis auf jeder Langseite gelegt, durch die 2 anderen zieht sich neben einem Geleis eine gepflasterte Fahrstrafse hin, während vor Kopf der Gewölbe eine 13,7 m breite Hauptladebühne errichtet ist, von der aus die vorerwähnten schmalen Bühnen zungenartig auslaufen. Auf der entgegengesetzten Seite der Gewölbe liegt in Höhe des Strafsenpflasters ein überdachter Platz mit einem Längsgeleis, in das sämmtliche Zungengeleise mittels Drehscheibe einmünden und das mit den beiden Wagenaufzügen in Verbindung steht. Begrenzt wird die Anlage auf dieser Seite durch ein vierstöckiges, geräumiges Lagerhaus mit Kellergeschoss. Sein Erdgeschoss wird von einer Ladebühne durchzogen, die auf einer Seite von einem Geleis, auf der anderen von einer Fahrstrafse flankirt wird. Hier werden die mit den Zügen oben ankommenden Güter abgefertigt, während die abgehenden in den 14 Gewölben verfrachtet werden.

Zur Erleichterung des Versandgeschäftes tragen im Lagerhause die aus der Ladebühne tretenden Säulen Buchstaben und Zahlen, welche den verschiedenen Londoner Stadtbezirken entsprechen. Die aus den Wagen entladenen Güter werden gemäfs ihrer Adresse mittels Sackkarren zu dem durch die Säulenanschriften bezeichneten Platze der Ladebühne gekarrt, von wo aus die dem betreffenden Stadtbezirke zugeteilten Strafsenfuhrwerke es entnehmen. In den Gewölben sind die Namen der wichtigsten englischen Städte und Bezirke, nach denen verfrachtet wird, angebracht, und jene sind aufserdem nummerirt. Eine Uebersicht zeigt ferner in jedem Gewölbe die Namen sämmtlicher Stationen, nach denen von hier Güter zum Versand gelangen, sowie die Abfahrtszeit der in Frage kommenden Güterzüge. Die Strafsenrollwagen entladen ihr Gut auf die Hauptbühne, von der es durch Sackkarren nach den einzelnen Gewölben bezw. Zungenbühnen geschafft wird, um hier sofort oder später in die Güterwagen gebracht zu werden. Sind diese beladen, so werden sie mittels Capstans durch das Gewölbe zur Drehscheibe gezogen, hier abgedreht und zum Aufzuge befördert, um nach ihrer Hebung oben ebenfalls durch Vermittlung von Capstans zu den verschiedenen Zügen zusammengestellt zu werden.

Die Züge verlassen die Güterstation, wie in London allgemein üblich, vorzugsweise in den Abend- und ersten Nachtstunden, die eingehenden Züge treffen meist zwischen Mitternacht und Morgen ein. Infolge dieser Trennung des Verkehrs ergiebt sich für die Bahn auch der Vorteil, dass die entladenen Wagen nach den Gewölben gebracht und hier ungestört wieder beladen werden können. Das in Broad Street eingehende Frachtgut besteht hauptsächlich aus Nahrungsmitteln: Eiern, Fleisch, Fischen, Butter usw., von denen die Hauptmasse früh morgens nach den schon genannten Londoner Markthallen

[1]) vergl. S. 3, Outer Circle. Broad Street vermittelt einen sehr starken Personenverkehr nach und von der City. Die im Frühjahre 1891 stattgehabte Volkszählung Englands ergab für diese Station sowie für die in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft gelegenen beiden Bahnhöfe Liverpool Stret (Great Eastern-Bahn) und Bishopsgate (Metropolitan-Bahn) folgende Zahl ankommender Reisenden:

Bishopsgate	13180
Broad Street	43042
Liverpool Street	32413
zusammen	108635.

Der gröfste Teil dieser Personen — meistens Geschäftsleute der City — ist abends auf den 3 Stationen zurückzubefördern.

geschafft werden muss. Die ausgehenden Gütermassen sind meist Stückgut.

Es können unten bis ungefähr 500 Wagen aufgestellt werden, wohingegen die oberen 10 Geleise für etwa 330 Wagen Platz bieten.

Der tägliche Frachtumsatz beträgt nach den gemachten Angaben rd. 1000 Wagen, ein Verkehr, der in anbetracht der vorhandenen Anlage erstaunlich genannt werden muss und ein beredtes Zeugnis ist einmal für die grofse Schnelligkeit, mit der das Versandgeschäft in allen seinen Zweigen erledigt wird, und sodann auch für die geschickte Verwendung mechanischer Hilfsmittel auf einem nicht minder geschickt ausgenutzten ungünstigen Raume.

Die Betrachtungen über die unterirdischen Lokomotivbahnen Londons seien hiermit geschlossen. In ihnen ist versucht, ein Bild von der Grofsartigkeit und den technischen Schwierigkeiten des Bahnbaues sowie von dem Riesenverkehr und den zu seiner Bewältigung dienenden Mitteln zu geben. Der Vergleich mit der Berliner Stadtbahn wird allerdings, was Bequemlichkeit für das Publikum und Annehmlichkeit des Fahrens anbelangt, unserer hauptstädtischen Anlage den Preis zuerkennen müssen, wenngleich sie sich in bezug auf Bedeutung nicht mit den Londoner Bahnen messen kann.



B) Die elektrische Bahn.

Völlig verschieden von den in den vorhergegangenen Aufsätzen erörterten Bahnlinien, sowohl hinsichtlich der Anlage und Ausführung als auch des Betriebes, ist die neueste Untergrundbahn Londons, die City and South London Railway oder, wie sie gewöhnlich kurz bezeichnet wird, die elektrische Untergrundbahn (Electrical Underground Ry.). Seit ihrem 1886 begonnenen Bau hat sie das Interesse der technischen Welt in hohem Mafse erregt, da sie nach allen Richtungen hin neues bietet und damit zugleich, wie die Erfahrung bestätigt hat, im allgemeinen wesentliche Vorteile gegenüber den alten unterirdischen Linien aufweist. So ist sie billiger in der Herstellung, vorteilhafter in der Lüftung, einfacher im Betriebe.

Anlass zu dem Entwurf der Bahn gab die mangelhafte Verbindung der im Osten Londons beiderseits der Themse belegenen Stadtbezirke. Der Verkehr der City mit dem Südufer des Flusses geht hier vorzugsweise über die London Bridge, der bis jetzt am weitesten flussabwärts gelegenen Themsebrücke; der verhältnismäfsig geringe Verkehr durch den nahe dem Tower angelegten und nur für Fufsgänger bestimmten Röhrentunnel unter der Themse kommt kaum in betracht, ebenso wenig derjenige der weiter flussabwärts befindlichen Fähre. Die zur Zeit im Bau begriffene und durch ihre eigentümliche, mit Rücksicht auf den starken Schiffsverkehr getroffene Fahrbahnanordnung allgemein bekannt gewordene Towerbrücke (vergl. ihren Lageplan auf Tafel V) wird demnächst die London-Brücke allerdings etwas entlasten, wozu auch der kürzlich von der Londoner Baubehörde (The County Council) an die Unternehmer vergebene Blackwall-Tunnel beitragen wird, welcher weiter unterhalb dieser Brücke mit einem lichten Dmr. von 7 m unter dem Hafengebiet der Themse erbaut werden soll und für Fufsgänger sowie Wagen bestimmt ist. Der Wagen- und Menschenstrom, der jetzt täglich seinen Weg über London Bridge nimmt, ist geradezu erstaunlich. Eine 4-fache dichte Wagenreihe zieht sich am Tage über sie hin, in der Mitte die leichten und schnelleren Fuhrwerke, aufsen die schwereren und langsameren, während auf den beiderseitigen Fufsgängersteigen ein fast ununterbrochenes Gedränge herrscht.

Nach stattgehabten Zählungen und Schätzungen beträgt der Verkehr der London-Brücke im Jahre rd. 35 Millionen Fufsgänger und 7 Millionen Wagen mit zusammen 21 Millionen Fahrgästen, also alles in allem 56 Millionen Personen, eine Zahl, die erklärlich ist, wenn man in betracht zieht, dass nach der neuesten Volkszählung (Frühjahr 1891) täglich in der City zu Fufs und zu Wagen 1121708 Personen anlangen. Ein ansehnlicher Teil hiervon nimmt über die genannte Brücke seinen Weg. Fahrgelegenheit fand er hier bislang nur in den Omnibussen und Droschken; beide können jedoch infolge der gewaltigen Verkehrsstärke nur langsam die Brücke und die anschliefsenden Strafsenzüge passiren, während den Pferdebahnen das Befahren der Themsebrücken und der Zutritt zur City überhaupt verboten ist, sodass diese ihre Fahrgäste bereits in erheblicher Entfernung von jenem Ziele absetzen müssen.

Der Gedanke des Ingenieurs Greathead, hier eine unterirdische Bahn anzulegen, wurde daher in London um so freudiger aufgenommen, als der von ihm aufgestellte Bauplan die Anlagekosten in solchen Grenzen hielt, dass den Aktionären des neuen Unternehmens bei dem zu erwartenden Verkehr eine bessere Verzinsung der Bausumme in Aussicht gestellt werden konnte, als die Metropolitan- und die District-Bahn je erzielt hatten. Nach dem im Sommer d. Js. veröffentlichten Rechenschaftsbericht der Bahn scheint allerdings die Verwirklichung dieser Aussicht noch der Zukunft vorbehalten zu sein. 1884 erhielt die für dieses Unternehmen gebildete Baugesellschaft die Genehmigung zur Ausführung einer etwa 2,1 km langen Linie von der City nach dem Stadtteil Southwark, und die Bahn selbst die Bezeichnung City and Southwark Subway. Zwei Jahre später wurde der Gesellschaft eine Verlängerung von rd. 3 km bis zu dem jetzigen Endpunkte der Bahn genehmigt und 1890 eine weitere — demnächst der Vollendung entgegengehende — Strecke nach dem Süden. In dieser letzten Parlamentsakte wurde gleichzeitig der ursprüngliche Name der Bahn in City and South London Railway umgeändert.

Der allgemeine Lageplan der Bahn ist in der Eisenbahnkarte auf Tafel V rot eingezeichnet, und eine genauere Uebersicht, welche auch die in Frage kommenden öffentlichen Strafsenzüge wiedergiebt, hier in Fig. 119 beigefügt. Hiernach beginnt die Bahn an der City-Station in der King William-Strafse, nahe der oben beschriebenen älteren Untergrundstation Monument, unterführt die Themse dicht oberhalb und parallel der London-Brücke und nimmt dann fast geradlinig ihren Weg unter den Strafsen; hierbei berührt sie 4 Zwischenstationen, um nach 5,07 km langem Lauf in der Stockwell-Station (vorläufig) zu endigen.

Die ganze Linie liegt mindestens 40′ = 12,2 m unter der Oberfläche, an einigen Stellen noch tiefer, so unter der City bezw. Themse gar etwas über 60′ = 18,3 m.

In der Genehmigungsurkunde war der Baugesellschaft die freie Benutzung des Bodens unterhalb der öffentlichen Strafsenzüge zugesprochen. Sie hatte daher mit Ausnahme des für die Stationen und die Maschinenanlage erforderlichen Geländes keine Grunderwerbskosten zu zahlen und nur an einer Stelle, am Südufer der Themse, für das Unterfahren einer Werft den Besitzer zu entschädigen. Bekanntlich gehört nach englischem Recht dem Grundbesitzer der Boden bis zum Mittelpunkt der Erde, sodass jeder noch so tief unter der Erde Arbeitende das Benutzungsrecht des Erdinnern vom Grundeigentümer erwerben muss.

Infolge der grofsen Tiefenlage der Bahn konnten die Abzugskanäle, die Gas- und Wasserleitungen umgangen, vor allem auch das kostspielige und zeitraubende Unterfangen der Gebäudefundamente sowie der Einbau der provisorischen, teuren Holzfahrbahn oberhalb der Tunnelausschachtung erspart werden — Arbeiten, welche den älteren Untergrundbahnen Londons so ungewöhnlich hohe Kosten verursacht und beispielsweise wesentlich dazu beigetragen haben, dass die Bausumme der 1,1 km langen Schlussstrecke Mansion House—Mark Lane den im Eisenbahnbau wohl einzig dastehenden Betrag von mehr als 36 Mill. Mark erreicht hat.

Die neue Bahn ist zweigleisig mit der Normalspur (1435 mm) ausgebaut. Für jede Fahrtrichtung bezw. jedes Gleis besteht ein besonderer Tunnel; nur in den beiden Endstationen sind aus betriebstechnischen und Ersparnisgründen beide Tunnel zu einem vereinigt.

Fig. 119.

Lageplan der Bahn.
Mafsstab 3 : 100000.

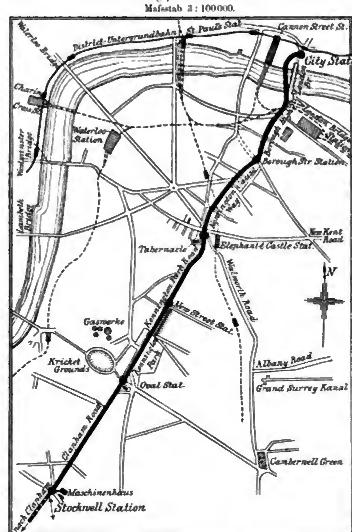
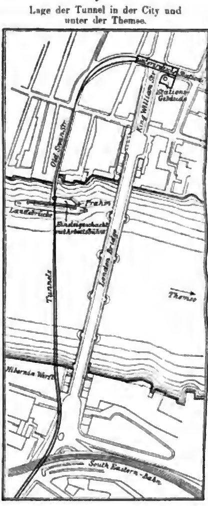


Fig. 120.

Lage der Tunnel in der City und unter der Themse.



Die beiden Gleistunnel sind mehrfach gegen einander verschoben. Am Ausgang der City-Station liegen sie in gleicher Höhe neben einander. Mit starkem Gefälle ziehen beide sich von hier zur Themse, der eine mit 1 : 30, der andere mit 1 : 15. Kurz vor dem Flusse, unter der nur 3,96 m breiten Schwanengasse, liegen sie senkrecht über einander, um das andernfalls unvermeidlich gewesene Unterfangen der Häuser und Entschädigungen Privater zu ersparen; die Sohle der oberen Tunnelröhre ist hierbei nur etwa 5′ = 1,5 m von dem Scheitel der unteren entfernt. Ungefähr unter dem letzten Drittel des Flussbettes nehmen die Tunnel, wie aus Fig. 120 und 122 ersichtlich, wieder gleiche Höhenlage ein, während sie auf dem Südufer unterhalb der Strafsenzüge sowie in den 4 Zwischenstationen abermals senkrecht gegen einander verschoben sind, damit in den letzteren für beide Fahrtrichtungen nur eine gemeinschaftliche Treppenanlage und nur eine Aufzugsvorrichtung ausgeführt zu werden brauchte. Beide Tunnelröhren stehen auf diesem Abschnitte mit ihren benachbarten Aufsenflächen in wagerechter Richtung ungefähr 1,5 m von einander ab, welches Mafs in den Zwischenstationen (vgl. Fig. 127) entsprechend vergröfsert worden ist. Unter der Themse, deren Sohle an einer Stelle nur 4,57 m über dem Tunnelscheitel liegt, stehen die Tunnel an ihrer tiefsten Stelle durch einen Querstollen mit einander in Verbindung, aus welchem sie entwässert werden (vgl. Fig. 122).

Neigungs- und Krümmungsverhältnisse.

Die genannten beiden Gefällstrecken auf dem Nordufer der Themse — 1 : 30 und 1 : 15 — sind die ungünstigsten der Bahnlinie, welche sonst im allgemeinen ganz oder doch nahezu in der Horizontalen liegt. Nur unter der Themse und beiderseits jeder Zwischenstation kommen noch nennenswerte Neigungen vor. Die Stationsgleise sind 4′ = 1,22 m höher angelegt als die Anschlusstrecken, um die Züge beim Einfahren leichter anhalten, beim Ausfahren schneller in ihre Fahrgeschwindigkeit überführen zu können. Da sämtliche Züge auf jeder Station halten, so ist diese Gleisanordnung einem flotten Betrieb sehr zweckdienlich.

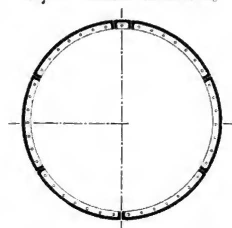
Kurven sind nicht zahlreich vorhanden, aber da, wo sie vorkommen, mit kleinem Halbmesser ausgeführt. Die schärfste Krümmung findet sich am Südende der London-Brücke mit 140′ = 42,7 m Halbmesser; sie war nötig, um hier die starken Brückenfundamente umgehen und baldigst in den Untergrund des zu unterfahrenden Strafsenzuges einbiegen zu können; sonst ist noch eine nicht unerhebliche Kurve nahe der City-Station zu nennen (vgl. Fig. 120). Die Stockwell-Station ist mit der benachbarten Maschinen- und Wagenschuppenanlage durch einen steilen und starkgekrümmten Gleistunnel der Neigung 1 : $3^1/_2$ verbunden. Die Betriebsmittel werden hier zur Revision, Reparatur usw. durch eine Dampfwinde mit Drahtseil heraufgezogen und in den Schuppen befördert

und ebenso zu der Untergrundstation hinabgelassen (vgl. Fig. 140). Durch diesen Tunnel sind auch die elektrischen Kabelleitungen, die Druckwasserrohre und die Druckluftleitung nach der Bahn geführt.

Bauausführung.

Die Tunnel sind kreisrund ausgebohrt und dann mit einem gusseisernen Rohr von 25,4 mm Wandstärke ausgekleidet, welches aus einzelnen 483 mm langen Ringen, deren jeder, wie Fig. 121 zeigt, aus 6 gleich grofsen Segmenten und

Fig. 121. Gusseiserne Tunnelauskleidung.



einem kleinen, mit parallelen Flanschen versehenen Passstück zusammengesetzt ist, welche durch Schraubbolzen von ¾" = 19 mm mit einander verschraubt sind. Der Durchmesser innerhalb der Flanschen beträgt auf der älteren Strecke von der City- nach der Elephant und Castle-Station 10' = 3050 mm, auf der später genehmigten Linie 3200 mm; er ist im ersteren Falle, wie vergleichshalber bemerkt sein mag, noch 2' = 610 mm kleiner als die röhrenförmigen Hauptglieder der Firth of Forth-Brücke. Die Dichtungsflächen der Flanschen sind unbearbeitet gelassen; die Querverbindungen sind durch Teerseile und Zement, die Längsfugen durch Kiefernholzstreifen von ¼" = 6,3 mm Stärke gedichtet. Es sind rd. 30000 t Gusseisen und 1500000 Schrauben verbraucht.

Eine derartige Auskleidung der Tunnel mittels gusseiserner, aus Ringstücken zusammengesetzter Röhren hatte Greathead in ähnlicher Weise bereits 1868/69 beim Bau des nahe dem Tower unter der Themse angelegten etwa 500 m langen und rd. 2 m weiten Fufsgängertunnels angewendet, während sonst in England für Tunnelauskleidungen ganz allgemein Ziegelmauerwerk üblich ist. Nach den Erfahrungen des genannten Ingenieurs stellt sich eine derartige Auskleidung durch Eisen allemal billiger als eine solche mittels Ziegel, was nach seiner Angabe namentlich und zwar in erhöhtem Maße für wasserhaltigen Boden zutrifft, wenn hierbei die Kosten des Ausschachtungsverfahrens in Rücksicht gezogen werden.

Der Bahngesellschaft stand als beratender Ingenieur Sir John Fowler zur Seite, während Sir Benjamin Baker vom Parlaments-Ausschuss beauftragt war, die Baupläne der neuen Bahn zu prüfen und zu begutachten[1]), was in günstigem Sinne geschah.

Die Bauarbeiten wurden im Mai 1886 von der Themse aus begonnen. Arbeitsöffnungen innerhalb der Strafsenzüge sind nirgends angelegt worden. Unweit des nördlichen Ufers wurde im Flussbett eine Arbeitsbühne mit den nötigen Hilfsvorrichtungen (Dampfkran, Luftkompressor, Ventilator, Dampfmaschine mit stehendem Kessel usw.) an der neben London Bridge befindlichen Landungsbrücke (Old Swan Pier), Fig. 120, errichtet und von dieser aus ein senkrechter Hilfsschacht durch den Kies in die tiefer liegende Thonschicht getrieben und mit gusseisernen Ringen von 3,96 m Dmr. ausgekleidet, Fig. 122. Die Ringe waren in einem Stücke gegossen und hatten 28,5 mm Wandstärke. Der unterste, in den Boden eindringende Rand war nach innen verstärkt, um das Versenken der Auskleidung zu erleichtern. Letztere wurde bis in die feste Thonschicht und zwar bis nahe zum Scheitel des oberen Tunnels hinabgeführt und von da bis zur Schachtsohle durch Ziegelmauerwerk ersetzt, in welchem entsprechende Oeffnungen für die beiden Tunnel vorgesehen waren. Wie aus dem im Abschnitt II unter Fig. 10 veröffentlichten geologischen Durchschnitt durch den Londoner Baugrund ersichtlich und a. a. O. erwähnt, bestehen die unteren Schichten des Londoner Geländes aus Thonablagerungen. Sie sind für das hier angewandte Tunnelbauverfahren besonders günstig, wiewohl dieses für jede Bodenart geeignet ist.

Von dem Hilfsschacht aus wurden sodann im November 1886 die 2 hier senkrecht über einander liegenden Tunnel nach beiden Richtungen hin — also an 4 Stellen gleichzeitig — in Angriff genommen. Nachdem beiderseits eine genügend grofse Ausschachtung geschaffen war, wurde in diese der sog. Schild, ein Stahlcylinder von 10½' = 3505 mm Dmr. und 6½' = 1981 mm Länge eingebracht.

Das vordere Ende dieser in Fig. 123 dargestellten Vorrichtung umschliefst einen gusseisernen Ring mit 6 hydraulischen Pressen und ist vorn, etwa 150 mm vom Mantelrande entfernt, durch eine starke Eisenplatte abgeschlossen. Letztere ist mit einer 1,8 × 1,37 m grofsen Arbeitsöffnung versehen, deren Hauptzweck es ist, den Schild schnell durch Ein-

Fig. 122. Arbeitsbühne und Einsteigeschacht in der Themse.

[1]) S. 7.

Fig. 123. Stahlschild zum Vortreiben des Tunnels.

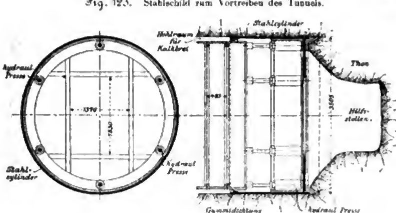
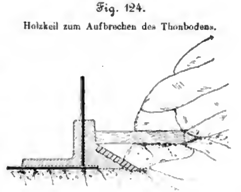


Fig. 124. Holzkeil zum Aufbrechen des Thonbodens.



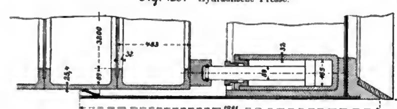
setzen von Bohlen gegen das Erdreich absperren zu können, sobald sich Wasserandrang zeigt. Der vordere überstehende Teil des Cylindermantels ist durch einen gusseisernen Winkelring gegen die Querwand abgesteift. Dieser Ring trägt eine kreisrunde Stahlschneide bezw. eine Anzahl einstellbarer Stahlmesser.

Hinter und in dem Schilde wurde, soweit als angängig, das Tunnelrohr eingelegt. Der vorderste Schuss desselben diente den hydraulischen Pressen als Widerlager. Von der Arbeitsöffnung aus wurde zunächst, wie in der Fig. 123 angedeutet, ein kurzer Stollen mittels Hacke und Schaufel vorgetrieben — seine Länge betrug in hartem Thon 1 bis 2 m, in nachgiebigem oder wässerigem Boden in der Regel $^1/_3$ bis $^1/_2$ m —, und dann wurden die 6 Pressen mittels Handpumpe in Thätigkeit gesetzt. Der Schild wurde dadurch um etwa eine Ringlänge des Tunnelrohrs vorgeschoben und die Erdmasse teils in den vorgearbeiteten Stollen gedrängt, teils aufgebrochen und gelockert. Letzteres wurde später durch Zuhilfenahme einiger (meist 8) zugeschärfter harter Holzstücke von 600 mm Länge wesentlich befördert. Die Arbeiter selbst waren auf dieses Auskunftsmittel gekommen und setzten auch die Hölzer nach eigenem Ermessen ringsum im Kreise vor dem Schilde ein; vergl. Fig. 124. Der in das Schildinnere geschaufelte Boden wurde durch kleine, von Ponies gezogene Wagen zum Aussteigeschacht befördert, hier mittels Dampfkraft gehoben und in Prahme gestürzt.

In Kurven und Brechpunkten wurde der Schild aus der Geraden dadurch abgelenkt, dass nur ein Teil der Presscylinder benutzt wurde; ebenso konnte er verhältnismäfsig leicht und schnell in seine vorgeschriebene Richtung wieder hineingebracht werden, falls er etwa unbeabsichtigt aus irgend einer Ursache daraus abgewichen war. Der Kolbendurchmesser der in Fig. 125 im Längsschnitt dargestellten Pressen betrug $6^1/_2'' = 165$ mm, der erzeugte Wasserdruck im mittel 30 kg/qcm; die den Schild vortreibende und ihn in den Thon drückende Kraft berechnet sich hiernach bei 6 pCt Verlust zu rd. $6 \times 6000 = 36000$ kg [1]).

Sofort nach dem Vortreiben des Schildes wurde das Tunnelrohr um ein Ringstück verlängert und der etwa 65 mm breite ringförmige Hohlraum zwischen dem Tunnelrohr und der durch den Schild erzeugten Ausbohrung mit Kalkbrei ausgefüllt, um ein Nachsacken des Erdbodens zu verhüten und den Erddruck gleichförmig zu übertragen. Aufserdem sollten hierdurch die Fugen der Rohrsegmente völlig abgedichtet und das Gusseisen gut gegen Rostbildung geschützt werden. Den Kalk (blue lias lime grouting) trieb man mittels Pressluft durch die in den einzelnen Ringsegmenten des Tunnelrohrs vorgesehenen Löcher, und zwar von der tiefsten Stelle aus vorgehend.

Fig. 125. Hydraulische Presse.



[1]) In Amerika ist das Greathead'sche Verfahren in gröfserem Mafsstabe bei Herstellung des St. Clair-Tunnels unterhalb des St. Clair-Flusses (nahe dem Südende des Huron-Sees, zwischen Port Huron und Sarnia) angewandt worden (Z. 1891 S. 597 und 1292). Es wurde hier ein mit Luftschleusen ausgestatteter Schild von 6,1 m Dmr. und 4,57 m Länge benutzt. Durch 24 Wasserpressen, deren jede 125 t Druck auszuüben vermochte, konnte eine Gesamtpressung von 3000 t hervorgebracht werden, doppelt so viel, wie gewöhnlich erforderlich war. Jede Presse konnte, wie bei der Londoner Bahn, für sich allein arbeiten. Das Druckwasser wurde durch eine am Tunneleingang aufgestellte Duplex-Pumpe beschafft. Die Pressen hatten 660 mm Hub.

Andere Bauten, bei denen dieses Verfahren angewendet wird, sind der unter Leitung Sir Benjamin Baker's in kurzem vollendete Hudson-Tunnel zwischen New York und New Jersey, bei welchem ein Schild von 6 m Dmr. mit 16 hydraulischen Pressen Verwendung findet, ferner der neue Clyde-Tunnel in Glasgow, der demnächst in Angriff zu nehmende Blackwall-Tunnel in London usw.

Er wurde, wie Fig. 126 veranschaulicht, einer mit Rührvorrichtung ausgestatteten Mischtrommel unter Zuhilfenahme von Druckluft entnommen und durch einen kurzen Schlauch mit Mundstück den verschiedenen Stellen zugeführt. Die Pressung der Luft betrug 2,5 bis 3 kg/qcm. Sobald der Kalkbrei sich an der höheren Oeffnung zeigte, wurde die untere zugepfropft, durch

Fig. 126

Mischtrommel für den Kalkmörtel.

die obere weiter eingeblasen und so bis zum Scheitel fortgefahren. Die Tunnelrohre sind auf die Weise vollständig in Kalk eingebettet worden. Dass diese Wirkung erreicht wurde, zeigte sich recht deutlich bei Erbauung der Stationen, welche, um das Vortreiben der Tunnel nicht aufzuhalten, erst zur Ausführung gebracht wurden, nachdem die beiden Gusseisenrohre bereits verlegt waren. An diesen Stellen waren daher später erhebliche Rohrlängen blofszulegen und zu entfernen. Hierbei wurde festgestellt, dass überall der Hohlraum zwischen Rohrmantel und Erdreich vollständig durch die Kalkmasse ausgefüllt war. An den inneren Flächen hat man die Rohre durch einen grauen Anstrich gegen Rosten zu schützen gesucht.

Das Vortreiben der Tunnel erfolgte verhältnismäfsig schnell. Im Thonboden wurden durchschnittlich 4 m in 24 Stunden an jeder Arbeitsstelle fertig gestellt, in einzelnen Fällen, beispielsweise, als an 6 Stellen gleichzeitig gearbeitet wurde, sogar 30 m insgesamt. Die täglich geförderte Bodenmasse berechnet sich in letzterem Falle zu 288 cbm, eine erstaunliche Leistung, wenn man sich die Art des Bodenaushubes vergegenwärtigt.

Im Jahre 1888 wurden insgesamt ungefähr $4^1/_2$ km Tunnel fertiggestellt, wovon auf das zweite Halbjahr allein über 3 km entfallen.

Da alle Arbeiten in den Strafsen anzgeschlossen waren, so benutzte die Bauleitung die Schächte der Aufzüge für die Beseitigung des ausgehobenen Bodens; diese wurden deshalb auch vor dem Bau der eigentlichen Stationsanlage ausgeführt. Beispielsweise wurde im Frühjahr 1888 mit der Herstellung des etwa 15 m tiefen Fahrstuhlschachtes der Oval-Station, vergl. Fig. 119, begonnen. Nach seiner Vollendung und Auskleidung wurden die Tunnelröhren von einem aus dem Schachte abgezweigten Hilfsstollen aus in Angriff genommen. Im Juni jenes Jahres waren diese bereits nach jeder Richtung ungefähr 135 m weit vorgetrieben. Sie wurden dann, wie erwähnt, nachträglich an der Stelle, an welcher die Station in offener Auszimmerung aufgemauert wurde, wieder beseitigt. Aehnlich ist an den übrigen Stationen verfahren worden.

Besondere Schwierigkeiten erwuchsen den Bauarbeiten auf dem letzten Bahnabschnitt. Die Tunnel waren hier durch das mit Kies und Sand gefüllte Bett eines alten Wasserlaufes hindurchzuführen. Der hohe Wasserdruck zwang dazu, Pressluft zu Hilfe zu nehmen. Da diese aber sehr schnell durch die lockere Sandmasse entwich, so wurde zunächst vorn rings um den Schildrand Kalkbrei in den Kies geblasen, der dessen Poren für das Vortreiben des Schildes und das Einbauen der Rohrsegmente genügend abdichtete. Auch auf dem nördlichen Ufer fand sich dicht am Flusse eine Wasser-

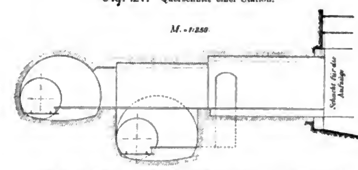
ader, welche in ähnlicher Weise und gleichfalls unter Verzimmern der Arbeitsöffnung des Schildes überwunden wurde. Naturgemäfs verzögerten diese schwierigen und mit grofser Vorsicht auszuführenden Arbeiten die Vollendung der Tunnel erheblich, obwohl auch hier nach Beschaffung aller erforderlichen Hilfsvorrichtungen, wie Luftkompressoren, Luftkammern usw. immer noch täglich eine durchschnittliche Tunnellänge von etwa 1,5 m an jeder Arbeitsstelle fertiggestellt wurde, wohl ein vollgültiger Beweis für die Durchführbarkeit des Greathead'schen Verfahrens auch in Bodenarten mit starkem Wasserandrang.

Nach den mir gewordenen Mitteilungen hat nirgends, wo der Schild verwendet worden ist, eine Beschädigung der Nachbargebäude stattgefunden. Wohl haben einige Hausbesitzer versucht, aus dem Bahnbau sich Vorteil zu verschaffen, indem sie ältere Risse an ihren Häusern als durch die Tunnel hervorgerufen vorgaben. Allein der geniale Erbauer der Bahn hatte in weiser Voraussicht vor Beginn der unterirdischen Arbeiten von sämtlichen in Frage kommenden Bauten photographische Aufnahmen anfertigen lassen, die den genauen Zustand der Aufsenflächen mit ihren Merkmalen wiedergaben. Auf grund dieser unanfechtbaren Bilder konnten dann auch alle zu Unrecht erhobenen Entschädigungsklagen sehr bald zurückgewiesen werden. Einzig bei Anlage der Stationen, welche in ausgezimmerten Ausschachtungen aufgeführt werden mussten, sind einige Schäden an privatem Eigentum entstanden, für welche die Baugesellschaft entsprechende Entschädigungen gezahlt hat.

Stationen.

Die Lage der Stationen ist sehr geschickt gewählt. Wie ein Blick auf die Karten in Fig. 119 und 120 lehrt, sind dazu stets Kreuzungen wichtiger Strafsenzüge genommen unter thunlichster Berücksichtigung benachbarter Anziehungspunkte für das Publikum (Parks, öffentliche Plätze für die nationalen Ballspiele usw.) oder nahe gelegener Vereinigungspunkte wichtiger Durchgangsstrafsen. Sie sind im mittel 1000 m von einander entfernt; der gröfste Abstand (Oval-Stockwell) beträgt etwa 1280 m, der kleinste (Elephant and Castle-New Street) 770 m. Während die zwei Endstationen für beide Fahrrichtungen je einen gemeinsamen Tunnel besitzen, sind die Zwischenstationen doppelt angelegt, mit je einem besonderen Tunnel für jede Richtung. Um nun bei diesen Doppelstationen mit einer Treppen- und Aufzugsvorrichtung aus kommen zu können, hat man die in Fig. 127 dargestellte Anordnung gewählt. Der eine Tunnel ist so

Fig. 127. Querschnitt einer Station.



viel tiefer gelegt (10' = 3,05 m), dass der Zugang zum Bahnsteig des höher liegenden Tunnels über ihn fortgeführt werden konnte, während sein Zu- bezw. Ausgang mittels Rampe in einen Vorraum mündet und hier mit dem anderen zusammentrifft. In diesen Vorraum endigt die Treppe und öffnen sich die Thüren der Aufzugsvorrichtung.

Die Stationstunnel sind bis auf ihren untersten Teil ebenfalls kreisrund, jedoch mit Ziegelmauerwerk ausgekleidet, das gleichwie das Treppenhaus und die Verbindungsgänge durch weifse Fliesen verblendet ist; die der Doppelstationen besitzen 6,15 m inneren Dmr., derjenige der City-Station hat 8,33 m lichte Weite.

Die 22' = 7,62 m weiten Schächte, in welchen die Fahrstühle sich bewegen, haben, wie in den Fig. 127 und 129 angedeutet, Gusseisenverkleidung.

Mit Ausnahme der Endstation Stockwell, welche zwei Gleise mit einem Inselbahnsteig enthält, besitzen alle übrigen Stationstunnel nur ein Gleis mit einem Aufsenbahnsteig. Die Bahnsteige sind etwa 300 mm höher als die Schienen und gestatten, bequem ein- und auszusteigen. Ihre Länge, welche für Züge bestehend aus Lokomotive und 5 Wagen berechnet ist, wurde auf der Elephant and Castle-Station zu rd. 68 m bei 3,37 m Breite bemessen.

Die Beleuchtung der Stationen erfolgt durch eine Anzahl im Gewölbescheitel aufgehängter Gaslaternen, deren Wirkung durch die vorgenannte Fliesenverblendung gehoben wird.

Die äufsere Anordnung der Stationen ist im allgemeinen eine gefällige und den teilweis mit Gartenanlagen versehenen Strafsenzügen, in denen sie angelegt sind, angepasst. Bei allen — aufser dem räumlich sehr knapp bemessenen Gebäude der City-Station — fällt der hohe Kuppelbau auf, der über dem Fahrstuhlschacht sich wölbt und die oberen Seilrollen überdacht. Die Stationen stehen hierdurch in vorteilhaftem Gegensatz zu denjenigen der Metropolitan- und der District-Bahn, sodass sie auch leicht aufzufinden sind.

Fahrkarten-Ausgabestellen sind nicht vorhanden. Die Reisenden müssen beim Eintritt von der Strafse alsbald ein mit selbstthätigem Zählwerk versehenes Drehkreuz passiren, das durch einen das Fahrgeld entgegennehmenden Beamten, welcher in einer kleinen Holzbude seinen Platz hat, für je eine Vierteldrehung durch Treten auf eine Sperrklinke ausgelöst wird. Diese wird durch ein Gegengewicht wieder nach oben gedrückt und hält das Drehkreuz in seiner Stellung fest. Dicht hinter ihm liegen die Treppe und die Eingangsthür zum Fahrstuhl, der die Reisenden in wenigen Sekunden zu den Bahnsteigen hinabbefördert. Ein- und Ausgänge sind überall gesondert, sodass jegliches Gedränge zwischen den ankommenden und abfahrenden Personen vermieden ist. Bei den Fahrstühlen liegt der Ausgang entgegengesetzt der Eingangsthür. Ihre Ein- und Ausgangsöffnungen werden durch zusammenschiebbare Thüren aus storchschnabelartig konstruirtem Gitterwerk verschlossen. Es hat auch für den seitlichen Abschluss der Plattformen an den Personenwagen dieser Bahn Verwendung gefunden und wird unter der Bezeichnung The Bostwick Gate Patent in London vertrieben. Es ist von gefälligem Aussehen, gestattet leichtes und schnelles Schliefsen und Oeffnen und nimmt wenig Platz ein. Fig. 128 zeigt die Gitteranordnung in einfachen Linien.

Fig. 128.

Gitterwerk der Schiebethüren.

Die Aufzugsvorrichtungen sind für eine Tiefenbahn ein unentbehrliches Hilfsmittel; ohne sie kann sich kein lebhafter Verkehr entwickeln, wie das Beispiel des älteren Teils (New Cross-Wapping) der East London-Bahn [1]) gezeigt hat.

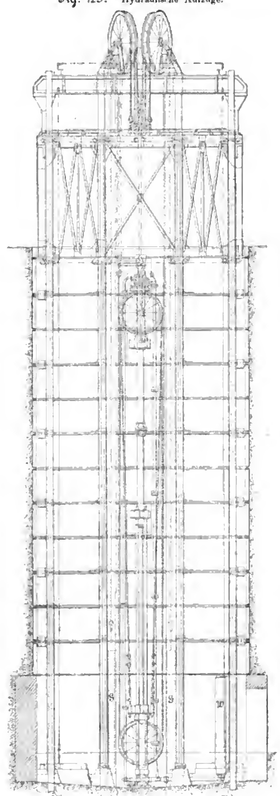
Nach dem Vorbilde der 1886 eröffneten Tunnelbahn unter dem tiefen Mersey zwischen Liverpool und Birkenhead, auf der mit bestem Erfolge direkt wirkende Aufzüge [2]) in sehr grofsen Abmessungen zur Ausführung gekommen waren, hatte die Bauleitung auch für die vorliegende Bahn anfangs Fahrstühle mit direktem Hub ins Auge gefasst. Wie Hr. Greathead mir in London mitteilte, hat man diese Anordnung jedoch fallen lassen, weil der indirekte Antrieb ein schnelleres Arbeiten gestattet. Es sind infolgedessen Hubcylinder mit dreifacher Uebersetzung ins schnelle zur Verwendung gelangt. Um den Nachteil der im allgemeinen geringeren Sicherheit gegenüber dem direkt wirkenden Aufzuge thunlichst zu beseitigen, sind jedem Fahrstuhle, welcher zudem durch 2 gesonderte Gegengewichte ausgeglichen ist, 4 Tragseile von je 55 t Zugfestigkeit gegeben worden, während seine gröfste lebendige Last nur rd. $3\frac{1}{2}$ t beträgt; auch hat man die Ausführung der weltbekannten Armstrong'schen Fabrik in Newcastle-on-Tyne übertragen.

[1]) S. 4 und 25.

[2]) Jede der beiden, dem Flusse nächst gelegenen Stationen enthält drei unabhängig von einander betriebene Aufzüge, welche je 100 Personen aufnehmen können. Der Hub beträgt auf der Liverpooler Seite, in der James Street-Station, 23,35 m, auf der Birkenhead-Seite (Hamilton Street-Station) sogar 26,75 m. Der hohle Kolben ist aus Stahlblech gefertigt und hat 457 mm Dmr., der Wasserdruck beträgt 5,35 kg/qcm, die Hubgeschwindigkeit 0,6 m.

In den Figuren 129 und 130 sind Auf- und Grundriss der Aufzugsvorrichtungen gezeichnet. Jede Station besitzt 2 Fahrstühle für je 50 Personen; da die Fahrstühle in einem gemeinsamen Schachte von 7,62 m Dmr. untergebracht sind, so haben sie eine halbkreisähnliche Bodenfläche erhalten. Das Gerippe des Personenraumes besteht aus Stahl, ist innen mit

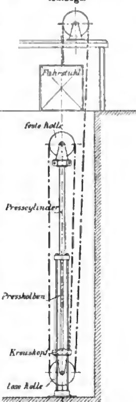
Fig. 129. Hydraulische Aufzüge.



Pitchpine-Holz verkleidet und durch polirtes Mahagoni verziert. Im Innern ist es 6,7 m lang, 2,74 m breit und 3,3 m hoch. Die Beleuchtung erfolgt durch 2 Gaslampen; für die Lüftung sind in der Decke Oeffnungen angebracht.

Der 165 mm weite Hubcylinder eines jeden Fahrstuhls liegt seitlich im Schacht und zwar mit der Kolbenstange nach unten; er ist aus Stahlröhren mit aufgeschraubten Flanschen hergestellt. Die Kolbenstange wird durch eine Art Kreuzkopf auf 4 am Cylinderdeckel befestigten Stangen geführt, welche an ihrem unteren Ende durch eine Traverse verbunden und abgestützt sind. An dem Kreuzkopf sind die »beweglichen« Seilrollen gelagert. Jedes der vorhandenen 4 Tragseile greift, wie in der Fig. 131 in einfachen Linien verdeutlicht ist, oben an dem Fahrstuhl an, läuft zunächst über eine oberhalb des Schachtes auf Eisenträgern gelagerte Rolle, von da weiter nach der Kolbenrolle und wieder aufwärts über die »feste« Cylinderrolle nach dem Kreuzkopf, an welchem es in einer seiner 4 äußeren Ecken in der in der Fig. 129 sichtbaren Weise angeschlossen ist. Hierdurch ist ein gleichmäßiges Anziehen aller 4 Seile gesichert. Der Kolbenweg wird verdreifacht auf den Fahrstuhl übertragen; bei einer Hubhöhe des letzteren von 60' = 18,3 m beträgt also der Hub des Kolbens 20' = 6,1 m.

Fig. 131. Seilführung der hydraulischen Aufzüge.

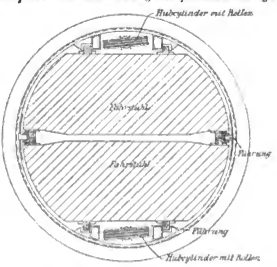


Die Gegengewichte der beiden Ausgleichseile sind in der Fig. 129 mit G bezeichnet. Sämtliche Seile sind aus Stahldraht gefertigt, ihre Rollen haben 1,3 m Dmr.

Die 4 Führungen jedes Fahrstuhles sind an der Eisenauskleidung des Schachtes abgestützt. Die Fangvorrichtung besteht aus 16 Daumenrollen, von denen jede imstande sein soll, den Fahrstuhl im Falle von Seilbrüchen festzuhalten.

Die Fahrstuhlbewegung wird in der üblichen Weise durch ein Handseil geregelt, das oben um eine Rolle läuft, deren Drehachse mittels Hebels ein Steuerventil öffnet bezw. schliefst. In seinen beiden Endlagen wird der Aufzug

Fig. 130. Grundrissanordnung der hydraulischen Aufzüge.



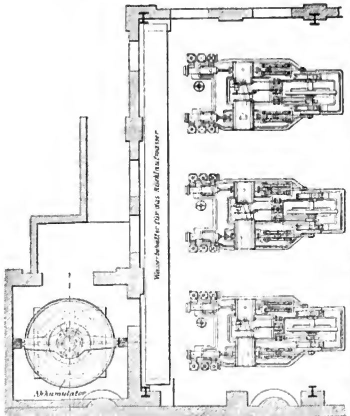
aufserdem selbstthätig zum Halten gebracht. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt nach Angabe 3' = 0,914 m in der Sekunde, sie ist somit 50 pCt gröfser als auf der genannten Mersey-Tunnelbahn.

Die 12 Fahrstühle aller 6 Stationen werden durch Druckwasser bedient, das in der Maschinenanlage in Stockwell unter einem Druck von 1200 Pfd. auf 1 Quadratzoll = rd. 84 kg/qcm erzeugt und den Hubcylindern durch eine mehr als 5 km lange Flanschrohrleitung zugeführt wird. Ihr innerer Durchmesser verjüngt sich allmählich von 7" (178 mm) auf 3¼" (83 mm). Die 178 mm weiten Rohre haben 85 mm starke Flanschen. Der Cylinderdurchmesser des in Stockwell befindlichen Akkumulators beträgt 432 mm, sein Hub 5,18 m. Cylinder und Belastungsgewicht sind ähnlich der Fig. 116 in Abschnitt V angeordnet. Der Durchmesser des letzteren beträgt etwa 3,3 m. Eine ungefähr 3 m hohe Treppe führt aufserhalb des Maschinenhauses zum Akkumulatorhause hinab, vgl. Fig. 140. Ein zweiter Akkumulator von 241 mm Cyl.-Dmr. und 8,23 m Hub ist ungefähr in der Mitte der Leitung — in der Elephant and Castle-Station — aufgestellt, um Wasserstöfse zu verhüten und den Durchfluss des Wassers gleichförmiger zu machen. Das verbrauchte Wasser wird in einer Muffenrohrleitung nach der Maschinenanlage in Stockwell zurückgeleitet und in einem oberhalb der Pumpen aufgestellten Behälter gesammelt, vgl. Fig. 132, um von hier wieder seinen Kreislauf zu beginnen.

Um auch in dieser Leitung ein gleichförmiges, möglichst stofsfreies Durchfliefsen des Wassers zu erreichen, ist auf jeder Station ein geräumiger Windkessel in sie eingeschaltet; er ist in Fig. 129 mit *W* bezeichnet.

Die Druckpumpen, welche in der Maschinenhalle seitlich der Dynamomaschinen untergebracht sind, vgl. Fig. 140, werden durch liegende Verbundmaschinen direkt betrieben. Es sind ihrer 3 vorhanden, wovon eine als Reserve dient. Ihre allgemeine Anordnung ist aus dem Lageplan der Fig. 132 klar ersichtlich. Die Dampfmaschinen arbeiten mit einem Dampfdruck von 90 Pfd. = 6,3 kg/qcm; ihr Hochdruckcylinder hat

Fig. 132. Druckwasseranlage für die Aufzüge.



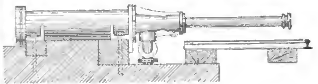
394 mm, ihr Niederdruckcylinder 756 mm Dmr., der Hub beträgt 508 mm. Jede Maschine vermag 140 PS zu leisten.

Die Pumpen sind als Differentialpumpen ausgeführt mit einem Kolben von 99 mm Dmr. und einem Plunger von dem halben Querschnitt des ersteren. Jede Pumpe kann allein für sich betrieben werden. Sobald der Akkumulator auf vollem Hub steht, sperrt er, wie allgemein üblich, die Dampfleitung der Pumpmaschinen selbstthätig ab, die sofort wieder angehen, wenn jener sinkt.

Der Dampf wird dem unterirdisch angelegten Kesselhause entnommen. Ein Ventil mindert die Kesselspannung von 10 auf 6 Atm. herab; die Armstrong'sche Fabrik hat diesen letzteren Druck für ihre Pumpen s. Zt. bei Uebernahme der Lieferung sich ausbedungen. Weitere Einzelheiten über die Dampferzeugung sind bei Besprechung der Maschinenanlage gegeben.

Auf den beiden Kopfstationen sind am Ende der Gleise hydraulische Buffer (Prellböcke) aufgestellt, welche die lebendige Kraft eines etwa zu weit laufenden Zuges vernichten und dadurch Zerstörungen vorbeugen sollen. Fig. 133 zeigt eine äufsere Ansicht dieser von Langley in Derby erfundenen und von Ransomes & Rapier in Ipswich weiter ausgebildeten Buffervorrichtung. Sie liegt in Höhe der Lokomotiv-

Fig. 133. Hydraulischer Prellbock.



zentralbuffer in der Mitte des Gleises am Querbahnsteig, vgl. Fig. 139, und ist auf einem Betonfundament verankert. In dem vorn durch eine lange Stopfbüchse abgeschlossenen Cylinder von 12" = 305 mm l. Dmr. bewegt sich ein an der Bufferstange befestigter Kolben, dessen Hub 5' = 1524 mm beträgt. Der Cylinder ist mit Druckwasser gefüllt, das ihm aus einem unter dem Dache des Stationsgebäudes aufgestellten Wasserbehälter vermittels einer kleinen Leitung zugeführt wird und eine Pressung von ungefähr 35 Pfd. auf 1 Quadratzoll = 2,4 kg/qcm auszuüben vermag. In die Zuleitung ist ein Ventil eingeschaltet, das den Zufluss in der Ruhestellung des Buffers bezw. Kolbens selbstthätig absperrt. Letzterer ist, wie die Fig. 135 und 136 veranschaulichen, an zwei gegenüberliegenden Stellen seines Umfanges mit Ausschnitten versehen, durch die das im Cylinder eingeschlossene Wasser während der Kolbenbewegung hindurchtreten kann. Entsprechend diesen Ausschnitten sind gegen die Innenwandung des Cylinders in seiner ganzen Länge zwei keilförmig gestaltete Eisenschienen geschraubt, Fig. 134, die von vorn nach hinten anschwellen und von den Kolbenausschnitten umfasst

Fig. 134. Längsschnitt des Presscylinders.



werden. Ihr gröfster Querschnitt entspricht genau demjenigen der letzteren. Zu Anfang der Bufferwirkung, also bei verhältnismäfsig gröfster Zuggeschwindigkeit, sind die Kolbenöffnungen nur wenig durch die Keile verschlossen, Fig. 135; je weiter dann die Buffer nach hinten gedrängt werden, je mehr also auch die Zuggeschwindigkeit abnimmt, desto enger wird gleichzeitig der Austritt für das Wasser, bis dieser in der äufsersten Kolbenstellung, wenn die Buffer ganz eingedrückt sind, vollständig verschlossen ist, Fig. 136. Die Keilschienen sind auf grund von Versuchen so bemessen, dass das jeweilig im hinteren Cylinderraum eingeschlossene Wasser dem eindringenden Bufferkolben einen unveränderlichen Druck entgegensetzt, damit die lebendige Kraft des auffahrenden Zuges durch einen möglichst gleichbleibenden Widerstand gemindert bezw. vernichtet wird. Das durch die Kolbenausschnitte

nach vorn hindurch getretene Wasser wird durch ein Federauslassventil aus dem Cylinder abgeleitet, sobald es die Pressung von etwa 2,5 kg/qcm erleidet. Steht der Kolben still, so schliefst sich das Ventil. Der Bufferstempel wird selbstthätig in seine Ruhelage wieder vorgedrückt durch die kleine Druckleitung, welche von dem genannten, etwa 24 m höher liegenden Wasserbehälter zu dem Bahnsteig hinabführt. Da das Gewicht eines Zuges nur 35 bis 36 t beträgt und die Geschwindigkeit verhältnismäfsig gering ist, so wirkt die Einbuffervorrichtung sehr sicher.

Für Hauptbahnen wird die Anordnung entsprechend den üblichen Seitenbuffern der Lokomotiven mit zwei Cylindern,

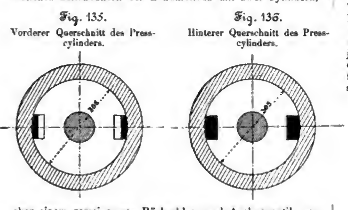


Fig. 135. Vorderer Querschnitt des Presscylinders.

Fig. 136. Hinterer Querschnitt des Presscylinders.

aber einem gemeinsamen Rückschlag- und Anlassventil ausgeführt. Je nach den vorliegenden Verhältnissen werden diese Buffer von Ransomes & Rapier in 5 verschiedenen Gröfsen hergestellt. Ihre kleinsten Abmessungen sind 12" = 305 mm Dmr. und 5' = 1524 mm Hub, die übrigen Ausführungen zeigen sämtlich 15" = 381 mm Dmr., während der Hub 5', 6', 7' oder 8' = 1524, 1829, 2134 oder 2438 mm beträgt.

Die gröfsten bis jetzt von jener Firma ausgeführten Wasserbuffer haben 381 mm Cylinderdmr. und 2438 mm Hub, wobei die aus Stahl gefertigten massiven Bufferstangen 152 mm Dmr. aufweisen. Sie haben am Ende der 3 Kopfgleise der St. Paul's-Station, vergl. Fig. 114 im Abschnitt V, Z. 1891 S. 1093, Aufstellung gefunden. Hier war besondere Vorsicht geboten, da in nächster Nähe sich tief unten die District-Bahn hinzieht und ohne dieses Sicherheitsmittel ein zu schnell in St. Paul's einfahrender Zug unter Umständen auch der Untergrundbahn verhängnisvoll werden könnte. Nach Mitteilung der Erbauer sollen die Buffer imstande sein, einen mit etwa 10 km i. d. Std. auffahrenden Zug von 200 t Gewicht ohne Nachteil für die Insassen und Betriebsmittel zum Halten zu bringen.

Die ersten Langley'schen Buffer sind auf der Fenchurch- und Liverpool Street-Station in London aufgestellt worden. Neuere Ausführungen sind aufser auf der St. Paul's-Station noch auf der New Exchange-Station in Liverpool und der New Joint-Station in Bradford hergestellt, woselbst sich je 5 Paar solcher Buffer befinden; ferner sind im vorigen Jahre die Stationen Tithbarn Street und New Bold Street in Liverpool damit ausgerüstet.

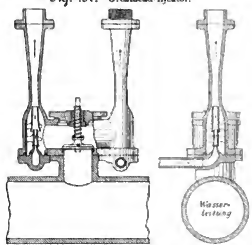
Auf der London and North Western-Bahn sind ebenfalls zahlreiche Wasserbuffer zur Aufstellung gelangt, (Euston- und Broad Street-Station in London, Liverpool usw.). Hier ist jedoch eine andere, von Webb in Crewe herrührende Anordnung gewählt, welche sich von der Langley'schen namentlich durch den gänzlich verschiedenen Wasseraustritt unterscheidet. Dieser erfolgt durch einen im Presscylinder befindlichen durchlöcherten Pumpenstiefel nach einem Windkessel hin, in welchem zuvor mittels einer kleinen Handpumpe ein Druck von mehreren Atmosphären erzeugt ist. Das Ausflusswasser fliefst später infolge des höheren Druckes im Windkessel nach den Presscylindern zurück und treibt die Bufferstempel wieder vor.

In Deutschland sind Wasserbuffer, soweit bekannt, zuerst in Berlin zur Anwendung gelangt. Die Bahnsteiggleise der neuen Kopfbahnhöfe der Wannsee- und der Ringbahn am Potsdamer Bahnhof werden hierdurch gesichert. Die hier gewählte Anordnung soll die Vorzüge der Langley'schen Vorrichtung mit denen der Webb'schen in sich vereinigen.

Entwässerung.

Das Druckwasser der Aufzüge wird auch zum Entwässern der Bahnanlage benutzt. An einzelnen tiefliegenden Gefällpunkten, wie beispielsweise unter der Themse (in dem erwähnten Querstollen), sind kleine Brunnen eingebaut, in welchen sich das infolge von Undichtigkeiten und Kondensirung bildende Wasser ansammelt. Im allgemeinen sind nur ganz unerhebliche Wassermengen fortzuschaffen, welche vermittels des sogenannten Greathead'schen Ejektors in die oberhalb der Tunnel liegenden städtischen Abzugskanäle geleitet werden. Die Brunnen werden von Zeit zu Zeit nachgesehen und, wenn sie Wasser enthalten, durch Anstellung des Ejektors entleert. Dieser hat die in Fig. 137 dargestellte Anordnung, jedoch mit der Abänderung, dass er das Wasser statt aus der gezeichneten Wasserleitung aus dem Brunnen entnimmt, infolgedessen das Absperrventil fehlt; auch ist nur ein Düsensystem bezw. Hydrantenrohr vorhanden.

Fig. 137. Greathead-Ejektor.



Derartige Ejektoren sind bereits vor Jahren von Armstrong für Feuerlöschzwecke eingeführt worden. Greathead hat sich sodann bemüht, ihnen nach dieser Richtung hin ausgedehntere Verwendung zu verschaffen. In England sind sie für diesen Zweck mehrfach in Benutzung, so u. a. in dem Victoria-Dock und dem Albert-Dock bei London, woselbst sie erfolgreich zum Löschen gedient haben. Ihre Wirkung beruht auf der Düsensaugkraft, wie sie sich beispielsweise in dem Blasrohr der Lokomotive und in den Dampfstrahlpumpen äufsert. Zu ihrem Betriebe wird stark gepresstes Wasser benutzt, dessen Menge sich nach dem Druck des Leitungswassers richtet. Für Feuerlöschzwecke sind sie daher da zweckmäfsig zu verwenden, wo eine Wasserleitung und eine Druckwasseranlage zur Verfügung stehen (s. a. Z. 1891 S. 513).

Bezüglich der Fig. 137 sei bemerkt, dass der Doppel-Ejektor auf einen Stutzen der Wasserleitung geschraubt ist, der durch ein Ventil abgesperrt werden kann. Die Hochdruckleitung endigt in einer Düse, oberhalb deren sich 2 weitere Düsen befinden, welche von dem Hydrantenrohr umgeben sind; an dieses schliefst ein Gewindestutzen für die Schlauchverschraubung an.

Auf der Tunnelbahn hat Greathead die Ejektoren infolge des starken Druckes der Hochdruckleitung und der geringen zu fördernden Wassermenge sehr zierlich halten können. Der aus der unteren Düse tretende Wasserstrahl ist nach seiner Mitteilung nur $^1/_{32}$" = 0,8 mm stark und genügt, das Wasser aus dem Brunnen nach dem Abzugskanal zu heben. Das eiserne Zuleitungsrohr des mit rd. 80 kg/qcm gepressten Wassers hat 10 mm äufseren Dmr. Durch ein kleines Handrad wird der Zufluss geöffnet und geschlossen. (In Fig. 138 ist dieses Rohr mit *a* bezeichnet.) Die Entwässerung gestaltet sich auf die Weise höchst einfach, erfordert wenig Aufmerksamkeit und verursacht nur sehr geringe Kosten.

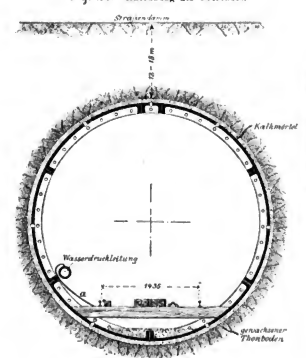
Lüftung.

Die Lüftung der Tunnel und Stationen erfolgt ohne besondere Hilfsmittel und ist trotzdem sehr reichlich. Die Personenwagen füllen den Tunnelquerschnitt, der 4 bis $4^1/_2$ mal kleiner ist als derjenige der (zweigleisigen) älteren Untergrundbahnen, gröfstenteils aus; da jeder Tunnel nur in einer Richtung befahren wird, so schiebt jeder Zug wie ein Kolben die alte Tunnelluft vor sich her zur nächsten Station und veranlasst das Nachströmen frischer Luft von den rückwärts gelegenen Stationen aus. Steht man an dem Einfahrtsende einer Station beim Nahen eines Zuges, so ist der Luftzug sehr deutlich wahrnehmbar. Da beim elektrischen Betriebe keine Feuergase auftreten, so ist sodem die Luft weder verunreinigt noch erwärmt, sie ist vielmehr verhältnismäfsig frisch und rein. Die neue Anlage ist daher der Metropolitan- und District-Bahn hierin besonders vorteilhaft überlegen und verdankt auch wesentlich diesem Umstande mit ihre verhältnismäfsig starke Benutzung. Sie bietet zudem auch den Vorteil, dass bei ihr die im Abschnitt II erörterten Lüftungsöffnungen (blow-holes) in den Strafsen, welche bei den älteren Untergrundbahnen wiederholt zu lebhaften Klagen Anlass gegeben haben, unnötig sind; es werden daher bei ihr weder die Strafsen verunstaltet noch die Anwohner usw. durch ausströmende schlechte Tunnelluft belästigt.

Oberbau.

Der Oberbau besteht aus Breitfufsschienen von 60 Pfd. Gewicht auf 1 Yard = 29,8 kg/m, welche mit der Normalspur (1435 mm) auf hölzernen Querschwellen von etwa 150 × 300 mm Querschnitt verlegt sind. Die Schwellen sind an ihren Stirnenden nach der Rundung der Tunnelauskleidung geschnitten, sodass sie sich dem Gusseisenrohr anpassen. Das Verschieben des Gestänges in wagerechter Richtung wird durch die nach innen stehenden Flauschen der Rohrringe sowie durch die nachstehend näher erläuterten Längsschwellen verhütet. Die Querschwellen sind nicht unterstopft; alle Bettung ist vermieden: sie liegen daher zwischen den Auflagern frei. Ihre Länge ist, wie Fig. 138 zeigt, so gewählt, dass der Raddruck der Fahrzeuge, welcher höchstens 3 t beträgt, sich nicht stofsartig unmittelbar auf die Gusseisenwandung überträgt, sondern erst nach stärkerer Inanspruchnahme der Elastizität des Holzes. Trotzdem fährt es sich hart auf dem Gleise.

Fig. 138. Anordnung des Oberbaues.



In den schärferen Kurven ist die äufsere Schiene erhöht und eine kleine Spurerweiterung gegeben. Um die Räder sicher in ihnen zu führen, ist neben der inneren Seite der Innenschiene eine Zwangschiene in ganzer Kurvenlänge angeordnet. Bezüglich dieser auf den englischen Bahnen für Kurven von und unter 10 chains = 201 m Halbmesser vorgeschriebenen Hilfsschienen sei auf Abschnit III der Lokomotivbahnen, Z. 1891 S. 461, verwiesen.

Innerhalb der Tunnel ist inmitten des Gleises ein Fufspfad aus 2 Längsschwellen hergerichtet, welche auf den Querschwellen befestigt sind. Er dient den Bahnbeamten bei der Revision der Bahnlinie; auch hat er den Zweck, von den Reisenden benutzt zu werden, wenn ein Zug auf der Strecke liegen bleiben sollte. Der längste Weg, der in solcher Weise zurückzulegen sein würde, beträgt höchstens etwa 600 m. Auf den Stationen angebrachte Ausschalter gestatten, die elektrische Stromzuführung zu unterbrechen, sodass im Falle einer derartigen Betriebsstörung auch unvorsichtigen Personen kein Schaden durch den elektrischen Strom erwachsen und das Aufeinanderrennen von Zügen verhütet werden kann.

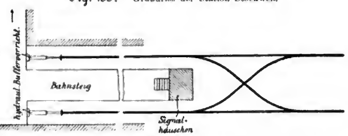
Zu Fig. 138 ist noch zu bemerken, dass die rechts neben dem Fufspfad gezeichnete ⊓-Schiene den Stromleiter, der links gezeichnete Rohrquerschnitt die Hochdruckwasserleitung für die Aufzüge darstellt; die unten in der Tunnelsohle angedeutete Zementschicht hat den Zweck, das etwa sich ansammelnde Wasser fortzuleiten.

Signaleinrichtungen.

Das Signalwesen der Bahn ist im allgemeinen der im Abschnitt III beschriebenen Anordnung der Metropolitan-Bahn ähnlich. Die Ein- und Ausfahrt der Züge wird auch hier durch Flügelsignale mit rotem und grünem Licht geregelt; die der Endstationen sind mit deren Weichen zentralisirt. Die Stellwerke befinden sich in einer kleinen Signalbude am Einfahrtsende der Bahnsteige, von letzteren aus unmittelbar zugänglich. Nur auf der Stockwell-Station ist das Signalhäuschen erhöht angeordnet, da hier infolge des Inselbahnsteigs, der verschiedenen Gleiskreuzungen und Nebenstränge ein gröfseres Feld zu bedienen ist. Vor der letzteren Signalbude sind in gleicher Höhe über den Gleisen 6 Signalflügel mit ihren Laternen aufgehängt; das Stellwerk enthält 24 Signal-, Weichen- und Verriegelungshebel, welche, wie allgemein üblich, durch ihren Farbenanstrich unterschieden sind. Aufserdem sind die erforderlichen Block-, Glocken- und Sprechapparate vorhanden.

Fig. 139 zeigt in einfachen Linien die Gleisanordnung dieser Station ohne ihre Nebenstränge und ohne das Verbindungsgleis nach dem Elektrizitätswerk.

Fig. 139. Grundriss der Station Stockwell.



Das Signalisiren der Züge wird ganz ähnlich dem im Abschnitt III[1]) in den Hauptzügen angegebenen neueren Spagnoletti'schen Verfahren ausgeführt. Es wird auch hier (in A) das für gewöhnlich auf »Halt« stehende Ausfahrtsignal bezw. dessen Hebel im Stellwerk durch den Signalwärter der vorgelegenen Station B in dieser Lage verriegelt gehalten und erst auf Anrufen der Station A durch den Wärter B, falls keine Hindernisse entgegenstehen, entriegelt, sodass es auf Fahrt gestellt werden kann. Legt nun der Wärter A nach Abfahrt des Zuges das Ausfahrtsignal wieder auf Halt, was er, wie in England allgemein vorgeschrieben, sofort nach Abfahrt thun muss, so verriegelt er dadurch selbst sein Sig-

[1]) S. 33.

nal und muss für den weiteren Gebrauch die Entriegelung durch den Wärter B demnächst wieder veranlassen. Dieser vermag aber durch seinen Blockirapparat den Hebel in A erst dann von neuem freizugeben, wenn der vorher von A signalisirte Zug thatsächlich bei ihm eingetroffen ist und hier eine Kontaktvorrichtung (Radtaster) passirt und damit die rückwärts gelegene Blockstrecke A—B frei gemacht hat.

Der Zugsignaldienst wird hier also durch die Züge selbst kontrollirt, d. h. er wird durch sie zu seiner richtigen Handhabung gezwungen.

Sollte ausnahmsweise ein Wärter unterlassen, das Fahrsignal nach erfolgter Abfahrt des Zuges wieder auf Halt zu stellen, so kann er nach der ihm rückwärts gelegenen Station nicht die von dieser beantragte Auslösung des dortigen Signalhebels bewirken, was ihn zwingt, den Fehler abzustellen.

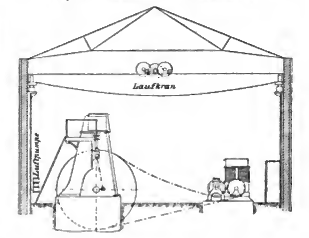
Die im Abschnitt III beschriebenen Gleissperren für Nebenstränge, Fig. 51, sind in ähnlicher Weise auch auf den beiden Endstationen in Anwendung. Sie sichern die Hauptlinie gegen die nebenan auf den nächsten Zug wartende Lokomotive (vergl. unten »Betrieb«). So lange die letztere auf dem Nebengleis warten muss, zeigt die sperrende Grundlaterne rotes Licht.

Betrieb.

Bei Aufstellung des ersten Entwurfes für die 2,1 km lange Baustrecke City—Elephant and Castle hatte die Baugesellschaft, da Dampfkraft durch die Genehmigungsurkunde ausgeschlossen war, Seilbetrieb in Aussicht genommen. In den beiden Tunneln sollten zwei endlose, durch Maschinenkraft bewegte Drahtseile von 25,4 mm Dmr. die Wagenzüge befördern, wobei die Endwagen eines jeden Zuges mit Greifervorrichtung ausgerüstet sein sollten. Ein solcher Betrieb hätte aber, um die bewegende Kraft nicht aufsergewöhnlich hoch halten zu müssen, naturgemäfs nur eine geringe Zuggeschwindigkeit, bis etwa 15 km i. d. Stunde, gestattet und auch durch die beiden je 4,3 km langen Seile und deren zahlreiche Unterstützungsrollen mancherlei Unbequemlichkeiten im Gefolge gehabt. Mittlerweile hatte aber eine deutsche Erfindung — die Verwendung der Elektrizität für Strafsenbahnen — im schnellen Laufe ihren Triumphzug durch Amerika[1]) gehalten und in diesem Lande in mannigfach geänderter und mehrfach verbesserter Gestalt ihre Lebensfähigkeit glänzend dargethan, während die beiden gröfsten Industrieländer Europas, Deutschland und England, auffallend kühl gegen die Neuerung sich verhielten. Vor wenigen Jahren führte dann Dr. Hopkinson, jetzt Teilhaber der elektrotechnischen Firma von Mather & Platt in Salford-Manchester, in Irland eine elektrisch betriebene Bahn[2]) aus. Ihr Erfolg bestimmte die Bauleitung der neuen Untergrundbahn, auf den Vorschlag der genannten Firma, dasselbe System auch für den Betrieb der letzteren anzuwenden, nach näherer Prüfung einzugehen. Mather & Platt glaubten, den elektrischen Betrieb, für den sie die gesamten maschinellen Einrichtungen zu liefern übernahmen, so gestalten zu können, dass seine Kosten den Betrag von $3^1/_2$ d für die Zugmeile, d. i. 18,1 Pfg. für 1 km, nicht überstieg. Der bahnseitige Rechnungsausweis für das erste Betriebshalbjahr, dessen hierauf bezügliche Zusammenstellungen weiter unten mitgeteilt sind, zeigt dem gegenüber wesentlich höhere Kosten.

Der gesamte elektrische Strom wird, wie schon erwähnt, in dem Elektrizitätswerk zu Stockwell erzeugt, von hier aus durch Kabel dem innerhalb der beiden Tunnelgleise isolirt verlegten Stromleiter zugeführt, der ihn an die Elektromotoren der Zuglokomotiven mittels Schleifkontakte abgiebt. Die Rückleitung erfolgt durch die Fahrschienen, die mit den Tunnelröhren., wie gesagt wurde, in Verbindung stehen sollen. Das Elektrizitätswerk ist gegenüber der Station Stockwell auf einem geräumigen Hofgrundstück errichtet. Es besteht, wie auch aus der Grundrisszeichnung Fig. 140 erkennbar, aus dem zu Tage liegenden grofsen Maschinenhause, einem geräumigen Wagenschuppen und dem unterirdischen Kesselhause. Ersteres enthält die Dampfmaschinen und Dynamos, die Druckwasseranlage für die Aufzüge, drei Luftpumpen zur Erzeugung von Druckluft für die Lokomotivbremse, sowie einen für das Auswechseln der Elektromotoren der Lokomotiven usw. bestimmten Arbeitsraum. Ein Laufkran, Fig. 141, bestreicht das ganze Gebäude. Aufserdem ist an dem Wagenschuppen eine Dampfwinde zum Verholen der Lokomotiven und Wagen aus der Stockwell-Station und umgekehrt vorhanden. Für diesen Zweck ist der bereits erwähnte stark geneigte und gekrümmte Verbindungstunnel angelegt, durch den auch die elektrischen, die Wasser- und Luftleitungen nach der Tiefenbahn geführt sind.

Fig. 141. Querschnitt des Maschinenhauses.



Die Einzelheiten dieser verschiedenen Einrichtungen seien hier kurz besprochen.

a) Dynamomaschinen. Zur Zeit sind drei Dynamos vorhanden; eine vierte wird binnen kurzem Aufstellung finden, um den durch die einzuführende raschere Zugfolge und durch den demnächstigen Ausbau der Bahn nach Clapham vermehrten Strombedarf zu decken. Sie sind sämtlich Gleichstrommaschinen nach der Bauart von Edison-Hopkinson, eine durch den letzteren Elektrotechniker verbesserte Form der alten Edisonmaschine, welche später auch wegen ihrer erheblich gröfseren Leistung

---

[1]) Es bestehen jetzt in mehr als 160 Städten Nordamerikas elektrische Strafsenbahnen, welche nach Engineering 1891 II S. 635 eine gesamte Betriebslänge von 4841 km besitzen.

[2]) Diese Bahn, welche für den Betrieb der Londoner Untergrundbahn vorbildlich gewesen ist, verbindet seit 1885 die Städte Bessbrook und Newry. Ihre Länge beträgt 4,3 km, die gröfste Steigung 1:50 und der kleinste Kurvenhalbmesser auf der Strecke 45 m. An den Endpunkten läuft die Bahn in eine rückkehrende Schleife aus, um Drehscheiben und das Umsetzen der Motorwagen unnötig zu machen. Die schärfste Kurve dieser Schleife hat 17 m Halbmesser.

Der Antrieb der Dynamomaschinen erfolgt durch Turbinen von je 65 PS. Es sind 2 Dynamos nach der Bauart Edison-Hopkinson vorhanden; eine davon dient als Reserve. Die Stromspannung beträgt 250 Volt. Als Stromleiter ist eine in der Gleismitte verlegte ⊓-Stahlschiene benutzt, welche auf den Querschwellen des Gleises durch hölzerne Unterlagen befestigt ist. Da, wo Landstrafsen die Bahn kreuzen, ist der Stromleiter unterbrochen und entweder unterirdisch oder — bei gröfserer Breite der Strafse — oberhalb dieser durch Kupferleitung verbunden. Die Rückleitung erfolgt durch die Fahrschienen. Die Züge bestehen aus einem Motorwagen und einer Anzahl Güterwagen. Ersterer enthält Sitzplätze für 34 Personen, besitzt 2 Drehgestelle mit je 2 Achsen, wovon das eine mittels Uebersetzung durch einen Elektromotor von 25 PS angetrieben wird. Unten sitzt an jedem Wagenende ein Schleifkontakt für den Stromleiter, desgl. ist oben auf dem Dache ein solcher für die die breite Landstrafse überspannende Zuleitung angebracht.

Die Räder der Güterwagen sind ohne Spurkränze, damit sie auch auf den Strafsen laufen können. Für sie ist ein besonderes Flachschienengleis von 1 m Spurweite aufserhalb der mit 0,9 m Spur verlegten Fahrschienen des Motorwagens verlegt. Die letzteren, welche um einige Zentimeter die Flachschienen überragen, übernehmen auch die seitliche Führung der Güterwagenräder.

Fig. 140. Grundrissanordnung des Elektrizitätswerkes.

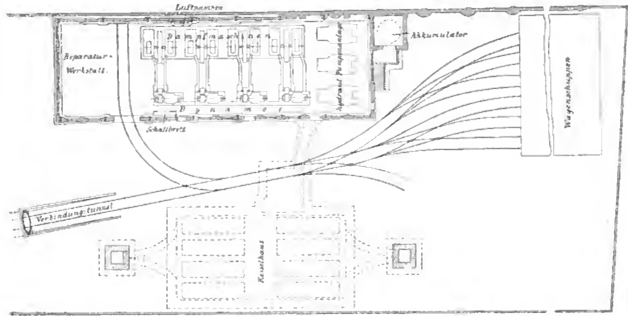
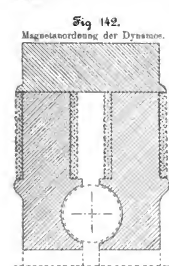


Fig 142.
Magnetanordnung der Dynamos.



von der Edisongesellschaft als Muster angenommen ist. Aehnliche kleinere Maschinen sind, wie erwähnt, auf der Bessbrook and Newry-Bahn in Benutzung. Die Elektromagnete bilden bei ihr einen einfachen Hufeisenmagnet, die Kerne haben einen rechteckigen, an den Kanten abgerundeten Querschnitt; Fig. 142 zeigt eine schematische Anordnung der Magnete. Der Trommelanker besteht aus einer grofsen Anzahl von einander isolirter Blechscheiben, welche durch kräftige, auf der Drehachse verschraubte Stirnbleche zusammengehalten werden, und um welche sich die isolirten Kupferwindungen legen. Infolge seiner tiefen Lage ist der Anker sehr sicher gelagert. Nach Angabe sollen die Dynamos als Nebenschluss- oder Kompoundmaschinen laufen können.

Der Stromsammler ist aus zahlreichen Lamellen zusammengesetzt, welche aus hartem Kupfer gefertigt und durch Glimmer von einander isolirt sind. Jeder Bürstenhalter trägt 3 Bürsten. Das Gesamtgewicht einer Maschine beläuft sich auf etwa 17 t, wovon 2 t auf den Anker, etwas über 4 t auf einen Magnetschenkel mit seinem Polstück und 2 t auf das Joch entfallen. Das Gewicht der Magnetwicklung beträgt über 1½ t. Die Umdrehungszahl des Ankers beträgt im mittel 475 in der Minute. Die Klemmenspannung ist nach Greathead's Mitteilung gewöhnlich 480 V, ein Wert, wie er sich annähernd (450 V) auch bei den meisten elektrischen Bahnen Amerikas vorfindet; er kann bis zu 500 V gesteigert werden. Die Stromstärke erreicht 450 A. Jede Dynamo vermag also eine gröfste Leistung von 225000 Watt zu liefern. Der elektrische Wirkungsgrad ist ein sehr hoher und beträgt nach freundlichst gemachter Mitteilung des Hrn. Dr. E. Hopkinson in Manchester 0,94, wovon aber noch 2 pCt Verlust durch Foucault'sche Ströme und Hysteresis abgehen, sodass der kommerzielle Wirkungsgrad gleich 0,94 ist.

b) Dampfmaschinen. Der Antrieb jeder Dynamo erfolgt durch eine Verbund-Hammermaschine von 375 PS_i, deren Leistung sich auf 400 PS_i steigern lässt, wenn die Maximalspannung von 500 V bei 450 A erreicht werden soll. Wegen der hohen Grunderwerbskosten ist die Maschinenanlage in ihrer Ausdehnung thunlichst beschränkt worden. Infolgedessen ist die achsiale Entfernung der Dampfmaschine von der Dynamo verhältnismäfsig etwas knapp bemessen; sie beträgt rd. 7200 mm. Zur Erzielung der erforderlichen Riemenreibung hat man zu dem Notbehelf der Spannrolle greifen müssen, vgl. Fig. 143. Ob diese Lösung in anbetracht der grofsen Kraftverhältnisse gerade eine glückliche ist, kann bezweifelt werden. Mather & Platt bauen übrigens häufig derartige Uebertragungen für beschränkte Räumlichkeiten und hatten auch auf der Jubiläumsausstellung in Manchester[1]) eine solche Anordnung vorgeführt. Bei Besichtigung der Stockwell-Anlage im Mai v. Js. wurde eine besondere Abnutzung des aus kleinen Lederstückchen zusammengesetzten Gliederriemens nicht wahrgenommen; allerdings waren die Riemen auch erst ½ Jahr in regelrechtem Betriebe. Fig. 144 zeigt die Zusammensetzung dieser Riemen. Die Antriebscheibe der Dynamos hat 864 mm Dmr. und ist wie die Spannrolle mit Rändern versehen, während das als Riemscheibe benutzte Schwungrad der Dampfmaschine 14' = 4267 mm Drm. und 28" = 711 mm Breite hat. Die Uebersetzung ins schnelle ist hiernach, wenn 4 pCt Gleitverlust gerechnet werden, eine 4¾ fache.

Die Breite des Riemens beträgt 660 mm, diejenige der Riemscheiben zwischen den Rändern 685 mm. Um die Spannrolle in ihrer richtigen Lage zu erhalten, sind ihre beiden Lager an Schraubenspindeln aufgehängt, welche durch eine oberhalb des Lagerbocks liegende, mit Handrad versehene Welle und mittels Kegelräder genau eingestellt werden können. Die Verbundmaschinen, aus der bekannten Fabrik von John Fowler & Co. in Leeds, sind mit glatter Kurbelwelle ausgeführt; das Schwungrad liegt in der Mitte zwischen den dadurch aus einander gerückten Dampfcylindern. Diese sind in üblicher Weise vorn durch Säulen, nach hinten durch das die Kreuzkopfführung tragende Maschinengestell gestützt. Die Kurbeln sind als Scheiben ausgebildet und freitragend; sie machem bei normalem Gange 100 Umdrehungen i. d. Min.

Der Hochdruckcylinder — in der Richtung nach der Dynamomaschine gesehen, linksliegend — hat 432 mm Dmr., der Niederdruckcylinder 686 mm Dmr., der Hub beider beträgt 686 mm, der Dampfüberdruck 9,8 kg/qcm. Beide Cylinder

[1]) Z. 1887 S. 542 und 1888 S. 135.

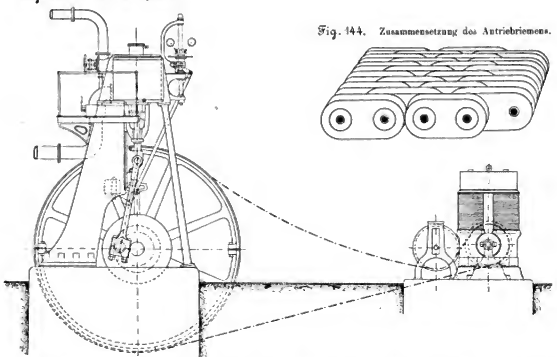


Fig. 143. Antrieb der Dynamos.

Fig. 144. Zusammensetzung des Antriebriemens.

sind mit Dampfmantel und mit Expansionssteuerung ausgerüstet, die jeden Füllungsgrad zwischen 0 und 0,75 des Kolbenhubes gestattet. Auf beide Steuerungen wirkt ein gemeinsamer Regulator Wilson-Hartnell'scher Bauart, welcher von der Kurbelwelle aus durch 4 Baumwollenseile von je 25,4 mm Dmr. angetrieben wird. Seine Bewegung überträgt sich zunächst durch einen Hebel auf eine an beiden Schieberkasten gelagerte Welle, von der aus sie mittels Hebels und einer langen, schräg nach unten gehenden Verbindungsstange die Kulisse und dadurch den Expansionsschieber jedes Cylinders beeinflusst. Grundschieber und Kulisse werden durch Exzentriks bewegt. Die Schieber sind zwecks Kürzung ihrer Wege usw. mit mehrfachen Kanälen ausgestattet, und die Cylinderkanäle sind möglichst kurz bemessen worden, um die schädlichen Räume klein zu erhalten.

Die Wirkung des Regulators scheint keine sehr genaue zu sein, da Schwankungen in der Umdrehungszahl beobachtet werden konnten, welche das sonst bei Dynamomaschinen übliche Mafs überschritten. Es muss allerdings hierbei berücksichtigt werden, dass der Kraftverbrauch der Bahn naturgemäfs ein sehr verschiedener ist und weit erheblicher schwankt, als das bei Beleuchtungsanlagen der Fall ist. Wenn ein Zug anfährt, wird eine viel gröfsere Strommenge verbraucht, als während der Fahrt auf günstig liegender Strecke. Fahren gleichzeitig mehrere Züge an, so wird der Kraftverbrauch plötzlich in sehr hohem Mafse gesteigert.

Von den drei zur Zeit vorhandenen Dampfmaschinen sind zwei ständig im Betrieb, die dritte dient als Reserve. Da jedoch wegen der zu vermehrenden Zugzahl zwei nicht mehr ausreichen, so ist eine vierte gleichartige Maschine in Bestellung gegeben. Ihr Gang ist sanft und geräuschlos. Sie sind mit Hubzählern und Schutzvorrichtungen ausgestattet, sowie mit einer gemeinsamen Laufbühne oben an den Cylindern. Die Oelung der Kurbelzapfen erfolgt in der neuerdings mehr in Aufnahme gekommenen Weise, wonach das Oel aus einem feststehenden Schmiergefäfs in ein an dem Kurbelzapfen angebrachtes Röhrchen tropft, dessen Eintropfstelle in der Verlängerung der Kurbelachse liegt. Die Frischdampfleitung befindet sich oberhalb der Cylinder, diejenige für den Abdampf unterhalb derselben. Die oben in der Zuleitung sitzenden Einlassventile werden vom Fufsboden aus durch eine unten gestützte Spindel mittels Handrades bedient.

Nach Hopkinson's Mitteilung ist das Güteverhältnis der Dampfmaschine einschl. der Riemenleitung gleich 0,84, sodass das Gesamtgüteverhältnis zwischen der indizirten Maschinenleistung und der gelieferten Dynamoarbeit sich zu $g = 0{,}94 \cdot 0{,}84 = 0{,}79$ ergiebt.

c) Dampfkessel. Der Dampf für sämtliche Maschinen wird in dem unterirdisch gelegenen Kesselhause in Zweiflammrohrkesseln erzeugt, von denen zur Zeit meiner Besichtigung 6 Stück aufgestellt, 2 weitere in der Anfertigung begriffen waren.

Der Fufsboden des Kesselhauses liegt 3,81 m unter der Erde, die Decke wird von 32 I-Trägern getragen. Auf jeder Seite lagen derzeit 3 Kessel; Fig. 140 und 153 zeigen bereits die auf je 4 erhöhte Zahl. Oberhalb der Feuerungen durchzieht eine 5,48 m breite Oeffnung die Decke in ganzer Breite.

Die Kessel — geliefert von der Fowler'schen Fabrik in Leeds — haben 2135 mm Dmr., 8534 mm Länge und sind aus je 9 Schüssen zusammengesetzt. Die Weite der Flammrohre beträgt 838 mm.

Die Untergrundanordnung ist von Greathead gewählt, sowohl um Raum zu sparen, als auch um die Bedienung der Feuerungen zu erleichtern. Die Kohlen müssen durch Strafsenfuhrwerke herangebracht werden; sie werden abgestürzt und gelangen unmittelbar auf die mechanischen Stocher, womit alle Kessel ausgestattet sind. Gesetzlicher Vorschrift[1]) gemäfs musste die Bauleitung auf thunlichste Rauchverzehrung bedacht nehmen. Sie hat zu diesem Zweck nicht nur selbstthätige Feuerung eingeführt, womit ihr auch der Vorteil erwächst, weniger Bedienungsmannschaften und minderwertige Kohle verwenden zu können, sondern sie hat auch die Feuerzüge nach der hierfür besonders geeigneten Anordnung von Livet in London (Finsbury Pavement) ausführen lassen. Durch diese doppelte Mafsregel ist es gelungen, eine fast vollkommen

[1]) Bereits 1853 ist für London ein Gesetz erlassen, wonach die Feuerungsanlagen von Fabriken, bestimmten Betrieben usw. so eingerichtet sein müssen, dass sie ihren Rauch selbst verzehren. Das Gesetz soll aber, wie man sagt, nicht allzu strenge (seitens der Polizei) gehandhabt werden. Aufserdem besteht in jener Stadt ein Verein für Rauchverhütung (National Smoke Abatement Institution), der eifrig bemüht ist, den Misständen vorzubeugen, und schon manches gute in diesem Punkte geschaffen hat.

Fig. 145. Vicars' mechanische Stocher.

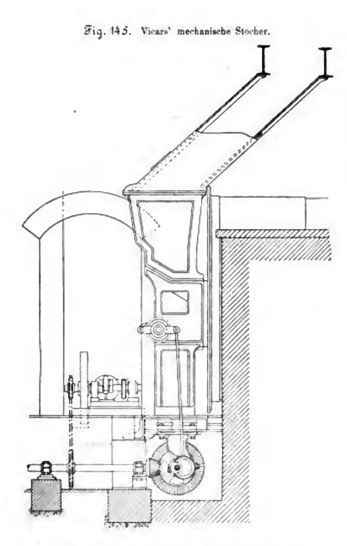


Fig. 146. Antrieb der mechanischen Stocher.

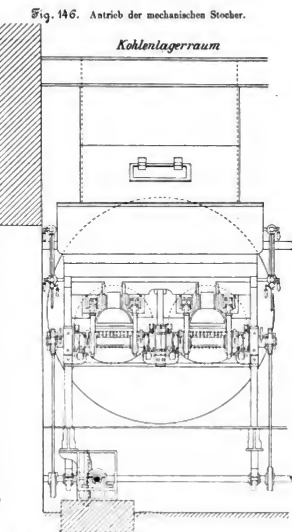


Fig. 147. Grundriss der mechanischen Stocher.

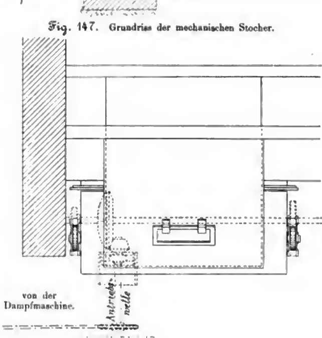
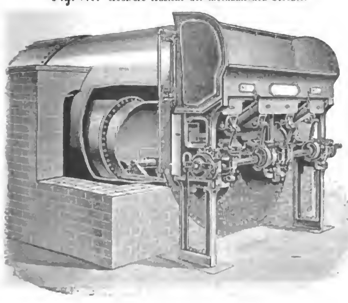


Fig. 148. Aeufsere Ansicht der mechanischen Stocher.



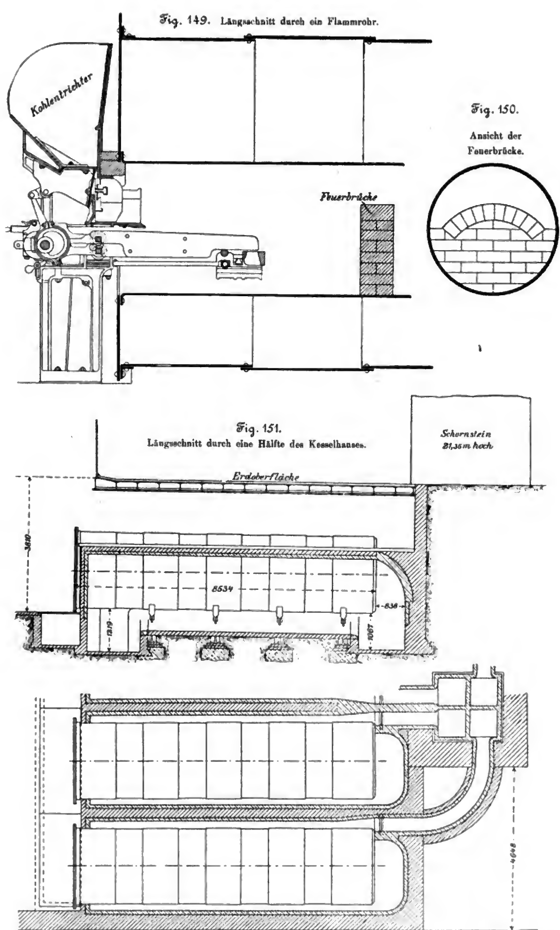


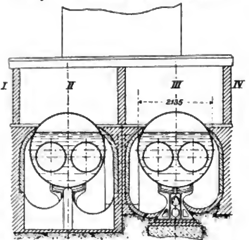
Fig. 149. Längsschnitt durch ein Flammrohr.

Fig. 150. Ansicht der Feuerbrücke.

Fig. 151. Längsschnitt durch eine Hälfte des Kesselhauses.

Fig. 152. Grundriss der Livet'schen Kesseleinmauerung.


Fig. 153. Querschnitt einer Kesselgruppe.



rauchverzehrende Feuerung zu erzielen, während gleichzeitig die Höhe der beiden für je 4 Kessel berechneten Schornsteine auf nur 70′ = 21,35 m Höhe hat beschränkt werden können. Diese verhältnismäfsig geringe Höhe ist auch ein wesentlicher Vorteil der Livet'schen Anordnung. Sie beträgt bei den ausgeführten Neuranlagen meist 15 bis 21,35 m und richtet sich im übrigen nach der Höhe der Nachbargebäude.

Für die mechanische Beschickung der Feuerungen ist die Anordnung von Vicars in Earlestown (vertreten in London, Bucklersbury, durch G. Howatson) gewählt worden. Sie verbindet Einfachheit und Dauer der Anordnung mit geräuschlosem Arbeiten und ermöglicht eine gute Regulirung der Zuführung des Brennstoffs nach Bedarf. Oberhalb der Flammrohre eines jeden Kessels ist ein Trichter vorgebaut, welcher, wie die für eine Kesselgruppe bezw. einen Kessel gezeichneten Fig. 145 und 146 zeigen, nach oben bis zum Lagerraum der Kohlen verlängert ist; zwei I-Träger (vergl. Fig. 145) bilden den Einwurf. Das Brennmaterial wird aus den Trichtern selbstthätig allmählich entnommen und auf die Roste geworfen. Die mechanische Bewegung der Roststäbe und der Trichterklappen wird durch eine kleine liegende Dampfmaschine veranlasst, welche in dem an das Kesselhaus stofsenden Nebenraum (vergl. Fig. 140 und 147) Aufstellung gefunden hat. Sie treibt mittels Riemens eine unterhalb des Fufsbodens und parallel zur Längsachse der Kessel gelagerte Welle, Fig. 147, durch die wiederum mittels Kegelräder mit der Uebersetzung 1 : 3 eine vor jeder Kesselgruppe liegende Welle bewegt wird. Letztere macht 20 Umdr. i. d. Min.; auf ihr sind für jeden der 4 Kessel einer Gruppe 2 Exzentriks befestigt, welche mittels Schaltwerkes eine vor jedem Flammrohr angeordnete Welle beeinflussen, von der sowohl die Roststäbe (senkrecht und wagerecht) bewegt, als auch die Trichter-Bodenklappen geöffnet bezw. geschlossen werden. Fig. 148 zeigt ein Bild dieser Stochervorrichtung. Erforderlichenfalls kann jede Feuerung auch von Hand bedient werden. Durch die stetige Doppelbewegung der Roststäbe und ihre gleichförmige Beschickung muss eine gute Verbrennung zustande kommen. Schlacken- und Aschenteile werden, soweit sie nicht durch den Rost fallen, nach vorn getrieben und sammeln sich hier unten im Flammrohr an, Fig. 149. Die Feuerbrücke steht etwa 1,2 m von dem Rostende ab; ihre Stirnansicht ist in Fig. 150 wiedergegeben.

Das Charakteristische der Livet'schen Feuerzüge besteht im wesentlichen darin, dass sie sich nach dem Fuchs zu erweitern, damit die abziehenden Feuergase mit abnehmender Temperatur auch langsamer an den Feuerflächen herstreichen und ihre Wärme besser abgeben können.

In den Fig. 151 bis 153 ist die in Stockwell getroffene Anordnung näher dargestellt; alle Einzelheiten der Kesseleinmauerung sind klar daraus zu erkennen. Die zum Schornstein führenden Züge sind im lichten 2″ = 50,8 mm breiter und 6″ = 152 mm höher als die die Gase von vorn nach hinten leitenden Kanäle, an deren beiden Enden erweiterte Kammern zur Ablagerung übergerissener Brennstoffteilchen usw. angebracht sind. Die Züge lassen sich leicht befahren und reinigen; sie sind am tiefsten Punkte der Kessel durch feuerfeste Decksteine getrennt. Jeder Kessel ruht auf 4 gusseisernen Trägern. Bemerkenswert ist noch, dass jedem Kessel ein besonderes, 762 × 762 mm grofses Viertel von dem quadratischen Schornsteinquerschnitt für die eintretenden Feuergase zugewiesen ist; zudem kann jeder Fuchs in üblicher Weise durch einen Schieber abgesperrt werden.

Als Hauptvorteile dieser Einmauerungsart werden bezeichnet: kräftiger Zug bei verhältnismäfsig geringer Schornsteinhöhe, Rauchverzehrung und Ersparnis an Brennmaterial; letzteres einmal dadurch, dass mehr Wärmeeinheiten nutzbar gemacht werden, und sodann auch dadurch, dass, wie schon bei dem Stocher von Vicars betont, minderwertiger Brennstoff verfeuert werden kann. Thatsächlich wird in der Stockwell-Anlage eine billige Kohle untergeordneter Art, in England »slack« genannt, verwendet. Von dieser werden nach Angabe in jedem Flammrohr stündlich etwa 180 kg verbrannt, was für die bisher gewöhnlich benutzten 4 Kessel einen Kohlenverbrauch von rd. 1440 kg in der Stunde ergiebt. Da nun

2 Verbunddampfmaschinen (für die Dynamos) von je 375 PS.,
2 Verbunddampfmaschinen (für die Druckpumpen) von je 140 PS.,
2 kleine Dampfmaschinen (für die Luftpumpen),
1 Dampfmaschine (für die mechanischen Stocher)

ständig betrieben werden, so sind für 1 PS-Std. durchschnittlich ungefähr 1,38 kg Kohlen (slack) verbraucht worden.

Die Feuerungen in Stockwell zeigen eine helle, weifse Stichflamme und beweisen im Verein mit den in der Regel rauchlosen Schornsteinen die Güte der hier getroffenen Einrichtungen sowie den hohen Grad von Rauchverbrennung.

Die mechanischen Stocher von Vicars und die Livet'sche Kesseleinmauerung sind in England vielfach verbreitet, wie denn in diesem Lande die mechanische Feuerbeschickung in verschiedener Art der Ausführung weit häufiger angewendet ist als bei uns; so hat sich namentlich die von Proctor ein weites Feld erobert[1]).

Das Speisewasser wird der städtischen Wasserleitung entnommen. Als Reserve dienen 2 Behälter mit 12000 gallons[2]) = rd. 54,5 cbm bezw. 25000 gallons = 112 cbm Inhalt.

Zwei grofse Vorwärmer mit Messingröhren nehmen den Abdampf der Maschinen auf. Sie haben im Verein mit den grofsen Hammermaschinen vor einigen Monaten Anlass zu einer gerichtlichen Klage gegen die Bahngesellschaft gegeben. Die Leitung eines dem Elektrizitätswerk benachbarten Waisenhauses erhob solche und beantragte »wegen der durch die Maschinen verursachten Erschütterungen und Geräusche sowie der durch die besondere Art der Dampfverdichtung hervorgerufenen Störungen« die Einstellung des Betriebes, wobei sie gleichzeitig Anspruch auf hohen Schadenersatz stellte. Wie das Zentralblatt der Bauverwaltung 1891 auf S. 284 mitteilt, ist der Streitfall wegen der hohen Gemeinnützlichkeit des Unternehmens dahin vom Richter entschieden worden, dass die Bahngesellschaft bis zu einem gewissen Zeitpunkt die gerügten Uebelstände vermindert haben muss.

d) Zuführung des elektrischen Stromes. Von den Dynamomaschinen gelangt der Strom zunächst zu einem einfachen Schaltbrett im Maschinenhause, an welchem die für jede Maschine vorgesehenen Strom- und Spannungsmesser, Umschalter usw. sich befinden. Da die Dynamos parallel geschaltet sind, so ist es erforderlich, die von jeder Maschine gelieferte Stromstärke zu kennen, damit Ueberlastungen ver-

[1]) Beiläufig sei bemerkt, dass Livet neuerdings sein Einmauerungssystem in Verbindung mit einem eigenartig angeordneten Kessel gebracht hat. Die Anordnung soll sich durch gute Verdampfungsfähigkeit und sparsame Verbrennung bemerkbar machen. Betreffs näherer Einzelheiten muss auf die deutsche Patentschrift No. 55866 vom Jahre 1890 verwiesen werden. Z. 1891 S. 678.

[2]) 1 gallon = 4,54 ltr.

hütet werden und jede Maschine auch thunlichst gleichviel Strom liefert. Als Voltmesser wird derjenige von Sir William Thomson benutzt.

Vom Schaltbrett aus führen Kabel den Strom zum Leiter, mit welchem sie in den Stationen in Verbindung gebracht sind. Die Stromstärke eines jeden Stromkreises wird gleichfalls am Schaltbrett gemessen, und es kann hier von einem Stromkreis auf den anderen übergeschaltet werden. Die üblichen Sicherungen gegen Kurzschluss sind vorhanden.

Die Kabel bestehen aus je 61 durch sog. Waringmasse isolirten Kupferdrähten von der Stärke No. 14 der Birmingham-Drahtlehre und sind mit Blei umhüllt. Nach Angabe ist dieses Isolirmittel eine durch Destillation des Petroleums gewonnene Kohlenwasserstoffmasse. Sie ist gegen hohe Temperaturen sehr widerstandsfähig. Die Drähte können rotwarm werden, oder die Bleihülle kann durch äufsere Hitze zerstört werden, ohne dass die Masse ihre Isolirfähigkeit einbüfst. Angefertigt sind die Kabel in der Fabrik der Fowler-Waring Co. in North Woolwich (südwestlich von London).

Der Leiter ist aus gewalztem ⊓-Stahl von 36 mm Flanschhöhe und 33 mm Stegbreite gebildet, die Stöfse sind gelascht (4 Schrauben) und der besseren Leitung wegen durch Kupferstreifen verbunden. Diese Anordnung hatte sich bereits auf der oben genannten Bessbrook und Newry-Bahn bewährt. Getragen wird der Leiter von Glasisolatoren, welche durch Holzstücke auf den Querschwellen befestigt sind (vergl. Fig. 138). Glas ist hier zulässig, da der Leiter nur das geringe Gewicht der an der Lokomotive sitzenden Schleifkontakte aufzunehmen hat und Stöfse, wie beispielsweise bei den Kontakten der älteren Untergrundbahn in Glasgow [1]), nicht auftreten können. Die Isolirung ist derart, dass nach Greathead's Mitteilung auf der gesamten $2 \times 5{,}07 = 10{,}14$ km langen Linie nicht ganz 1 Ampère Verlust auftritt, was noch nicht 1 PS ausmacht.

Der Leiter ist in Abschnitte zerlegt, um ihn leichter auf seine Isolirung prüfen zu können und um auch zwecks Ausführung von Oberbauarbeiten usw. einzelne Tunnelstrecken ausschalten zu können (vergl. das unter »Oberbau« gesagte).

Betriebsmittel.

Lokomotiven. Von dem Leiter entnimmt die elektrische Lokomotive den Arbeitsstrom durch 3 stählerne Gleitschuhe und führt ihn ihren beiden Elektromotoren zu. Die Gleitschuhe sind rd. 120 mm breit und an Bolzen senkrecht drehbar aufgehängt, sodass sie sich der Lage der 33 mm breiten Leitschiene leicht anpassen können. Da die Züge in Parallelschaltung fahren, so ändert sich bei gleichbleibender Spannung des elektrischen Stromes seine Stärke je nach dem Kraftbedarf der Lokomotiven. Fig. 154 und 155 geben

[1]) S. 66.

Fig. 154. Längsschnitt der elektrischen Lokomotive.

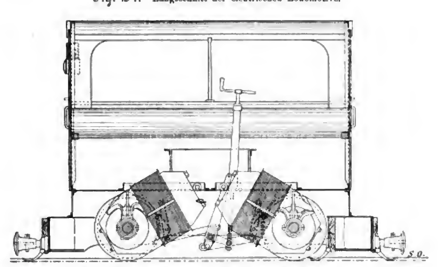
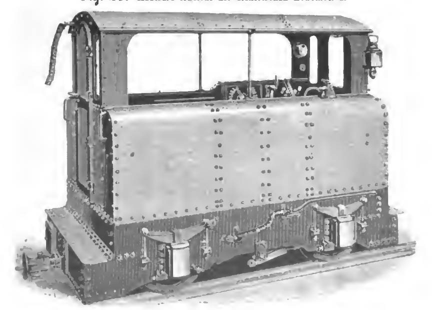


Fig. 155. Aeufsere Ansicht der elektrischen Lokomotive.



einen Längsschnitt und eine äufsere Ansicht dieser bemerkenswerten Lokomotivausführung wieder[1]). Wesentlich ist daran, dass die Elektromotoren unmittelbar auf die beiden Radachsen gesetzt sind, so dass diese gleichzeitig die Drehachse der Anker bilden. Es ist auf die Weise jegliche Uebersetzung und der damit verbundene Kraftverlust vermieden; das ist theoretisch das Ideal einer elektrischen Lokomotive, ob es praktisch diesem auch nahe kommt, kann allein der Erfolg lehren. Betriebsergebnisse hinsichtlich der Zweckmäfsigkeit der Anordnung, der Abnutzung, des Kraftverbrauches usw. liegen Aufsenstehenden noch nicht vor; ihre Veröffentlichung würde zweifellos von grofsem Interesse sein. Vor der endgültigen Annahme dieser Lokomotivkonstruktion war noch eine andere, ebenfalls von den Gebrüdern Hopkinson entworfene Lokomotive versuchsweise auf der Tunnelbahn erprobt worden. Bei dieser wurde die Ankerbewegung der Elektromotoren mittels Uebersetzung auf die Treibachsen übertragen. Auf grund der Versuchsergebnisse entschied man sich dann für die Lokomotive mit direktem Antrieb.

Die Elektromotoren der letzteren sind im allgemeinen ähnlicher Bauart wie die Primärmaschinen, jedoch mit Reihenwicklung versehen, sodass die Stärke ihres Magnetismus sich nach Erfordern ändern lässt; sie vermögen je 50 PS zu übertragen, eine Lokomotive kann also 100 PS entwickeln. Sie sind geneigt zur Senkrechten aufgesetzt, damit der gröfsere Teil ihres Gewichtes von den Tragfedern der Lokomotive aufgenommen und durch diese auf die Achsschenkel übertragen wird. Ihre Umdrehungszahl wechselt mit der Zuggeschwindigkeit; sie beträgt beispielsweise bei einer Fahrgeschwindigkeit von 24 km i. d. Std. nur 190 i. d. Min., was einem Laufkreisdurchmesser der Räder von 675 mm entspricht. Die gröfste Geschwindigkeit der Lokomotive wurde zu 40 bis 42 km i. d. Stunde angegeben.

Der Strom geht von den Gleitschuhen durch einen Strommesser nach der Regulirvorrichtung (Widerstände mit Schalthebel), dann zu einem Umkehrhebel und schliefslich zu den Magneten; der Rücklauf erfolgt, wie schon erwähnt, durch den Rahmenbau und die Räder der Lokomotiven zu den Schienen und durch diese zu den Dynamos.

Die beiden Achsen der Lokomotive sind nicht mit einander gekuppelt. Beide Motoren werden durch denselben Schalthebel bedient, mittels dessen beim Fahren die in den äufseren Stromkreis eingeschalteten Widerstände nach Bedarf ausgelöst werden. Letztere sind an den inneren Längsseiten der Lokomotive in Gestalt von gusseisernen Platten und Drahtspiralen untergebracht und durch Lüftung gegen Erwärmung genügend geschützt. Durch den Umkehrhebel lassen sich die magnetischen Felder und damit die Fahrtrichtung umkehren, wodurch auch die Lokomotive schnell zum Halten gebracht werden kann, selbst ohne Anwendung der Bremse. Die Bedienung der Lokomotive ist eine sehr einfache.

Die Funkenbildung zwischen dem Stromleiter und den Gleitschuhen der Lokomotiven ist häufig recht lebhaft und vergröfsert den Arbeitsverlust nicht unerheblich. Nimmt man für die Kabel und Leiter beider Tunnel ein Güteverhältnis von 0,95 an, für die Elektromotoren ebenfalls von 0,85, so erhält man, unter Berücksichtigung des oben gegebenen Wirkungsgrades der Dynamos und ihres Antriebes, als Gesamtgüteverhältnis der Anlage $g = 0{,}94 \cdot 0{,}84 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}85 = 0{,}57$, d. h. von der indizirten Dampfmaschinenleistung werden unter vorstehender Annahme 57 pCt durch die Treibräder der Lokomotive nutzbar gemacht. Hierbei muss in Rücksicht gezogen werden, dass die Kesselanlage des Elektrizitätswerkes eine weit billigere Kohle verwendet und dabei eine bessere Ausnutzung der Wärme ermöglicht, als dies bei Dampflokomotiven der Fall ist.

Wie die Figuren veranschaulichen, ist die Lokomotive in ihrem oberen Teile an den Längsseiten offen. Die Stirnseiten sind geschlossen und enthalten eine Thür nebst 2 Fenstern. Vor ihnen ist eine schmale Plattform angeordnet, von der aus das Innere zugänglich ist. Die Beleuchtung erfolgt durch Glühlampen, welche durch den Leiter gespeist werden; aufserdem hängt an jedem Ende oben seitlich eine mit Oel gespeiste Signallaterne. Die Lokomotive besitzt an jedem Ende einen Zentralbuffer, der auch die sehr einfache Kupplung für den Wagenzug enthält, und ist mit einer Pressluft-Signalpfeife ausgestattet; ihr Gewicht beträgt etwas über 10 t.

Auf die 4 Laufräder wirkt (einseitig) Westinghouse's selbstthätige Luftdruckbremse; aufserdem ist eine Handspindelbremse vorhanden. Die zum Betriebe der Bremse erforderliche Druckluft wird in cylindrischen Behältern auf den Lokomotiven mitgeführt, wie in Fig. 154 angedeutet. Sie wird in dem Elektrizitätswerk durch 2 Westinghouse-Luftpumpen gewöhnlicher Bauart erzeugt; eine dritte Pumpe dient auch hier wiederum als Reserve.

Die auf der Lokomotive aufgespeicherte Pressluft genügt für eine 50 malige Benutzung der Bremse; für gewöhnlich wird sie auf einer Hin- und Herfahrt etwa 10 bis 12 mal in Thätigkeit gesetzt. Die verbrauchte Luft wird in der Stockwell-Station auf einem Nebengleis ersetzt. Die hierfür vorgesehene Kupplung liegt seitlich aufsen am Rahmen, während die zu dem Wagenzuge führende Luftleitung sich oben auf dem Dache befindet.

Auf der Londoner elektrischen Untergrundbahn finden also elektrischer Strom, Druckwasser und Druckluft Anwendung.

Es waren derzeit 14 Lokomotiven beschafft; 2 weitere sind seitdem hinzugekommen. Der Rahmenbau ist in der Lokomotivfabrik von Beyer, Peacock & Co. in Manchester hergestellt; die elektrische Einrichtung rührt von Mather & Platt ebendaselbst (Salford Iron Works) her.

Wagen. Die Wagen, deren jetzt im ganzen 36 vorhanden sind, sind ähnlich denjenigen der Strafsenbahnen gebaut und bilden wie diese im Innern einen einzigen Raum mit Längssitzen an den Seitenwänden. Sie besitzen 4 Achsen, welche zu je zweien in einem Drehgestell vereinigt sind. Die Länge der Wagen zwischen den Plattformenden beträgt 8840 mm, die des Wagenkastens 7925 mm; letzterer ist im Innern 2135 mm hoch und 1970 mm breit.

Die Entfernung der beiden Drehgestelle eines Wagens beträgt von Mitte zu Mitte Drehzapfen 5486 mm, der Radstand eines Drehgestells 1385 mm. Die als Holzscheibenräder, vergl. Fig. 82 S. 48, ausgeführten Räder haben im Laufkreis 610 mm Dmr. und 102 mm Breite. Der Rahmenbau der Drehgestelle ist ganz aus Eisen gefertigt; er trägt in der Mitte die Auflagerpfanne (Drehteller) für den Wagenkasten und ist nach dem äufseren Ende hin schnabelartig verlängert. Auf diesen überkragenden Teil, und zwar auf 2 oben auf dem Rahmenblech befindliche Rollen, stützt sich die Plattform des Wagens.

Die Schnabelspitze ist als Auge ausgebildet und nimmt den Kuppelbolzen auf, durch den die Verbindung mit dem benachbarten Drehgestell des anderen Wagens vermittelt wird. Hat man Gelegenheit, eine Fahrt im Zuge mitzumachen, bei der ausnahmsweise die Wagenthüren offen bleiben, so kann man beim Passiren der scharfen Krümmungen das Einstellen an der stark gebrochenen Längsachse des Zuges beobachten.

Die Plattformen sind seitlich bis oben zum Dache durch das schon bei den Aufzügen erwähnte storchschnabelartige Gitterwerk, Fig. 128, eingefasst. Bei Antritt der Fahrt wird es von dem auf der Plattform mitfahrenden Wärter von beiden Wagenstirnseiten her auseinandergezogen und in der Mitte zusammengehakt, damit die Plattformen sicher geschützt sind. Beim Durchfahren der Gleiskurven dehnen sich die Gitter selbstthätig aus und schieben sich zusammen, sodass der Schutz der Plattformen auch dann gewährleistet ist. Beim Anhalten des Zuges schiebt der Wärter an der Bahnsteigseite das Gitter mit leichtem Griff schnell gegen beide Stirnseiten hin zusammen, sodass die Reisenden sofort aussteigen können. Diese Gitter sind für derartige Verwendungszwecke sehr geeignet.

Das stark gewölbte Wagendach überragt beiderseits etwas die Plattformen. Fenster waren zur Zeit meiner Besichtigung in keinem der 30 Wagen vorhanden. Sind solche auch hier im allgemeinen entbehrlich, so vermisst man sie

[1]) Die Zeichnungen sind Engineering 1890 II entnommen, da andere nicht zu erhalten waren und diese die einzigen sind, deren Veröffentlichung die Bauleitung seinerzeit veranlasst bezw. bis jetzt gestattet hat. Gleichzeitig sei bemerkt, dass auch noch mehrere andere Figuren nebst einigen Angaben jener Zeitschrift sowie auch dem Engineer 1890 II entnommen sind.

doch ungern während des Aufenthaltes der Züge auf den Stationen, sei es auch nur, um die Fahrt durch Ausblick auf die Bahnsteige usw. weniger einförmig zu machen. Auch würde man durch die Fenster vom Bahnsteig aus das Innere der Wagen besser übersehen und dadurch leichter Platz finden können. Deshalb hat denn auch die Bahngesellschaft die zuletzt beschafften 6 Wagen mit Fenstern ausstatten lassen, während in einigen anderen Wagen nachträglich an den Längswänden Spiegel angebracht sind, durch die das Wageninnere freundlicher gestaltet ist. Die Sitzbänke sind in der Wagenmitte durch eine bis zur Decke reichende Scheidewand in zwei je 3800 mm lange Hälften geteilt, damit die Platzzahl (8 auf jeder Seite der Trennungswand) besser übersehen und leichter inne gehalten werden kann und die Reisenden, wenigstens bei dem mittleren Wagen, veranlasst werden, sich beim Aussteigen nach beiden Plattformen des Wagens hin zu verteilen. Die Sitzbreite beträgt 400 mm, die Sitzhöhe über Fufsboden 480 mm; zwischen den Sitzbänken verbleibt ein Mittelgang von 960 mm Breite. Die Sitze sind gepolstert, auch an der Rückwand. An jeder Stirnseite befindet sich eine 870 mm breite zweiflügelige Schiebethür, welche beim Abfahren durch den Wärter von aufsen geschlossen, beim Halten geöffnet wird.

Durch die Einführung dieser Durchgangswagen mit Endschiebethüren gegenüber den Abteilwagen der älteren Untergrundbahnen ist das bei jeder Abfahrt des Zuges von allen Reisenden so unangenehm empfundene dröhnende Zuschlagen der Thüren seitens der Bahnsteigbeamten hier beseitigt, und durch Verwendung von Drehgestellen das scheufsliche Quietschen der Spurkränze usw. beim Durchfahren scharfer Kurven vermieden, das jedem Fahrgast der Metropolitan- und District-Bahn unvergesslich ist.

Die Erleuchtung erfolgt durch 4 parallel geschaltete Glühlampen, welche diagonal gegenüber seitlich in der Dachfläche angebracht und durch eine Glasglocke geschützt sind. Aufserdem brennt neben jeder Thür eine kleine Notöllampe. Gespeist wurden die Glühlampen bis zum letzten Sommer durch denselben Leiter, der die Betriebskraft für die Lokomotiven liefert. Infolgedessen traten während der Fahrt starke Schwankungen in der Lichtstärke auf, die sich namentlich beim Anfahren sehr bemerkbar machten, da dann die Lampen auf mehrere Sekunden erloschen und nur ein glühender Kohlenfaden ihren Standort verriet. Die direkte Speisung der Lampen muss hiernach als verfehlt bezeichnet werden. Es war dies für die Bahn ein um so schwerer wiegender Umstand, als der Engländer bekanntlich ein sehr eifriger Leser ist. Auf eine Frage wurde mir bei Besichtigung der Bahnanlage im Mai v. Js. die Mitteilung, dass für die Wagenbeleuchtung in kurzem Akkumulatoren eingerichtet werden sollten, deren Gewicht etwa dem von 3 bis 4 Reisenden gleichkommen würde. Die Batterien sollten unter Einschaltung starker Widerstände durch den Betriebsstromleiter geladen werden. Man hat jedoch von diesen Akkumulatoren Abstand genommen und den Wagenlampen selbstthätig wirkende Regulirwiderstände beigegeben, wodurch die Beleuchtung verbessert ist.

Die Wagen sind von der Ashbury Railway Carriage and Iron Co. Ltd. in Openshaw-Manchester gebaut.

Betriebsverhältnisse.

Die Züge bestehen aus Lokomotive und 3 Wagen. An den beiden Endstationen wird nach Ankunft des Zuges die Lokomotive losgekuppelt; eine andere Maschine fährt von einem Nebenstrang vor das bisher hintere Zugende und befördert den Zug wieder zur Ausgangsstation zurück, während die erstere Lokomotive auf einen Nebenstrang fährt und hier auf den nächsten Zug wartet. Da beide Tunnellinien in den Endstationen sich vereinigen, so ist die Wartezeit der Lokomotiven nur kurz; sie wird in Stockwell auch dazu benutzt, den Luftvorrat für die Westinghouse-Bremse zu ergänzen bezw. zu erneuern.

Allmonatlich werden die Lokomotiven von der Bahn nach dem Schuppen des Elektrizitätswerkes geschafft, um gereinigt und gründlich nachgesehen zu werden. Das Auswechseln der Elektromotoren geschieht in der neben dem Maschinenraum befindlichen Reparaturwerkstatt unter Zuhilfenahme des Laufkrans; ebenso werden die Wagenzüge zeitweilig zu gleichem Zweck heraufgeholt. Bis zum Sommer diente hierfür eine Lokomobile mit Windevorrichtung; jetzt wird eine besonders dazu gebaute Dampfwinde mit einem 38 mm starken Drahtseil benutzt.

Es ist nur eine Wagenklasse vorhanden; einer der 3 Wagen ist für Raucher bestimmt und als solcher gekennzeichnet. Anschläge in den Wagen besagen, dass jede Person, welche in einem Nichtraucherwagen, auf einem Bahnsteig, in einem Gebäude oder Aufzug der Bahngesellschaft raucht, in eine Geldstrafe bis zu 40 ℳ genommen wird. Bis zu gleicher Höhe ist ferner Strafe angedroht für das Einsteigen in einen in Bewegung befindlichen Wagen oder Aufzug; desgl. für denjenigen, welcher darauf besteht, in einem voll besetzten Aufzug oder Wagen Platz nehmen zu wollen; Hunde mitzunehmen, ist untersagt.

Jeder Zug wird von 4 Beamten begleitet. Zwei von ihnen sind auf der Lokomotive: ein Führer und ein Bremser; letzterer steht an der Kurbel der Handbremse und bedient sie bei der Einfahrt in die Kopfstationen usw. Auf jeder der beiden mittleren Plattformen fährt ein Wärter mit, welcher die Gitter und die Wagenthüren öffnet und schliefst und den Namen der Station ausruft.

Der Betrieb währt an Wochentagen von 6 Uhr 45 Min. morgens bis 11 Uhr abends und an Sonntagen von 1 Uhr nachmittags bis 11 Uhr abends. In den verkehrsreichsten Stunden — vormittags 8 bis 10 Uhr und nachmittags 5 bis $7^1/_2$ Uhr — fahren 8 Züge, in der übrigen 7. Sie folgen sich in Pausen von $4^1/_2$ bis 5 Min. Beabsichtigt wird demnächst eine raschere Zugfolge mit nur 3 bis 2 Min. Zwischenzeit. Die Züge befahren auf der Hinfahrt den einen, auf der Rückfahrt den anderen Tunnel. Einschliefslich der Aufenthalte auf den beiden Endstationen gebrauchen sie für den einmaligen Kreislauf (10,14 km) etwa 35 Min., was bei 5 minutlicher Zugfolge die genannte Zahl von 7 gleichzeitig im Betrieb befindlichen Zügen ergiebt. Der Innenring der Metropolitan und District-Bahn (20,88 km) wird in 70 Min. durchfahren [1]). Die Züge beider Untergrundbahn-Systeme wenden sonach im allgemeinen für dieselbe Weglänge, allerdings einschl. der Aufenthalte, eine gleiche Zeit auf. Nach Abfahrt von der City-Station erreichen die Züge in rd. $12^1/_2$ Min. Stockwell, legen also die 5,07 km lange Strecke mit einer durchschnittlichen Bruttogeschwindigkeit von 24 km i. d. Std. zurück. Die reine Fahrgeschwindigkeit beträgt nach Abzug von 3 Min. für das 5 malige Anfahren und Anhalten sowie für den Aufenthalt von je 15 bis 20 Sek. auf den 4 Zwischenstationen durchschnittlich rd. 32 km i. d. Std.; sie steigt auf kürzeren, günstig gelegenen Gleisstrecken entsprechend höher.

Vor Eröffnung der Bahn sind wiederholt Probefahrten mit gröfserer Geschwindigkeit ausgeführt worden; so ist beispielsweise auf den Fahrten zwischen der City- und der Elephant and Castle-Station diese 2,14 km lange Strecke in 3 Min. 40 Sek. zurückgelegt worden, was nach Abzug des Zeitverlustes beim Anfahren und Anhalten im mittel eine reine Fahrgeschwindigkeit von 39 bis 40 km i. d. Std. ergiebt.

In $16^1/_4$ stündiger Betriebszeit legen die 7 Züge die Doppelfahrt 28 mal zurück, was für jeden Zug einen Gesamtweg von $28 \cdot 10{,}14 = 284$ km wochentäglich ergiebt. Durch Hinzutreten des 8. Zuges während der lebhafteren $4^1/_2$ Verkehrstunden ändern sich diese Zahlen etwas. Insgesamt werden bei der obigen Zugfolge wochentäglich rd. 410 Einzelzüge mit zusammen 2050 km gefahren. Jeder Zug enthält rd. 100 Sitzplätze und hat einschl. der Lokomotive ein Gewicht von ungefähr 35 bis 36 t. Zu seiner Beförderung ist nach Angabe auf den horizontal gelegenen Strecken ein Strombedarf von rd. 50 A. erforderlich.

In den bezeichneten Morgen- und Abendstunden sind die Wagen oft überfüllt; es stehen dann auch Personen in dem Mittelgange zwischen den Sitzreihen. Das Verbot, in einen besetzten Wagen einzusteigen, scheint daher wohl nicht ängstlich beachtet zu werden. Zu gewissen Stunden ist die Besetzung der Züge allerdings oft recht schwach, wie ich wiederholt wahrnehmen konnte.

---

[1]) S. 65.

Bis zum 11. Mai v. Js. bestand ein einheitlicher Fahrpreis von 2 Pence (16⅔ Pfg.) für die einfache Fahrt, sowohl auf der ganzen Linie als auch auf einer beliebigen Teilstrecke. Seitdem ist für die Zeit von 6 Uhr 45 Min. bis 8 Uhr morgens der Pennysatz (8⅓ Pfg.) für die Einzelfahrt eingeführt worden, wodurch der Frühverkehr der Bahn sich wesentlich gehoben hat. Bei den Stationen ist bereits erwähnt, dass Fahrkarten nicht verausgabt werden, wodurch eine Anzahl Beamte infolge verminderten Schreib- und Rechenwerks erspart sind. Jeder Fahrgast hat nach Erlegung des Fahrgeldes ein Drehkreuz zu passiren, das, wie geschildert, von dem das Geld in Empfang nehmenden Schalterbeamten für jeden Einzelnen ausgelöst wird, während ein damit verbundenes Zählwerk Kontrolle über die Zahl der Reisenden ausübt. Die Leitung der City and South London-Bahn war mit dieser Einrichtung sehr zufrieden.

Das Fahren auf der neuen Bahn ist nicht sehr behaglich; es fährt sich etwas hart; das Passiren der scharfen Kurven macht sich durch die Gangart der Wagen sehr bemerkbar, auch ist das dumpfe Geräusch, das die Züge in der gusseisernen Tunnelröhre hervorrufen, im Verein mit dem Klappern mancher Schiebethür wenig wohlthuend. Verstärkt wurden diese Eindrücke seinerzeit durch die mangelhafte Beleuchtung. In der ersten Betriebszeit war das erwähnte Tunnelgeräusch stärker; es hat sich seitdem infolge der eingetretenen Abnutzung an den Betriebsmitteln merklich gemindert, wie mir bahnseitig gesagt wurde. Diese Unbequemlichkeiten fallen auf der Bahn jedoch nicht so sehr ins Gewicht, weil die Fahrten auf ihr nur kurz sind. Sie werden jedenfalls von den Reisenden um so williger in den Kauf genommen, als die Lüftung der Bahn eine gute und diese selbst ein allseitig freudig begrüfstes Verkehrsmittel ist, das einer grofsen Zahl von Geschäftsleuten den Weg nach und von der City bis zu einer halben Stunde abkürzt.

Durch den Betrieb der Bahn haben sich einige bemerkenswerte elektromagnetische Erscheinungen gezeigt. So sind nach dem Zentralblatt der Bauverwaltung 1891 No. 28 durch ihn Störungen in der seitherigen Richtung der elektrischen Erdströme wahrgenommen worden, die sich in Ablenkungen der in der Sternwarte zu Greenwich aufgestellten Registrirnadeln äufsern. Dieser Einfluss der Bahn ist um so auffallender, als sie mehr als 3 km von den Erdplatten der Sternwarte entfernt liegt (vgl. Tafel V).

Durch besondere Versuche haben sodann die Professoren Ayrton und Rücker in London festgestellt, dass selbst gewöhnliche Arbeiten im Laboratorium in der Nähe der elektrischen Bahn unmöglich geworden sind, ja dass feinere Messungen usw. selbst noch in 400 m Entfernung empfindlich gestört werden. Sie führten die Versuche mittels Nadel-Magnetometer und Spiegel-Galvanometer innerhalb eines Gebäudes in einer Entfernung von 21,3 und 55 m von der Mitte des über der Bahnlinie sich hinziehenden Weges aus und erhielten jedesmal bei der Vorbeifahrt eines Zuges stofsartige starke Ausschläge ihrer Instrumente, während im übrigen das der Bahn zunächst aufgestellte Galvanometer während des Betriebes in stetiger Bewegung sich befand. Die Störungen zeigten sich im allgemeinen umgekehrt proportional der Entfernung von den Tunneln.

Verkehrsverhältnisse.

Besondere Beachtung verdienen die Zahlenzusammenstellungen des ersten halbjährigen Rechenschaftsberichtes der Bahnverwaltung (Report of the Directors and Statement of Accounts vom 25. Juli 1891). Hiernach sind vom 1. Januar bis 30. Juni v. Js. insgesamt 2412343 Personen befördert worden, d. h. für jeden Tag dieses Zeitabschnittes durchschnittlich 13371 Fahrgäste. Berücksichtigt man, dass an Sonntagen und kirchlichen Feiertagen der Zugverkehr um etwa 40 pCt eingeschränkt wird, so haben durchschnittlich 14200 Personen die elektrische Untergrundbahn täglich benutzt, eine Zahl, die an einzelnen Tagen auf 17000 gestiegen ist und am Ostermontag — die zweiten Feiertage des Oster- und Pfingstfestes sind besondere Reisetage in England, an denen fast sämtliche Bahnen zahlreiche Extrazüge fahren — mit 25000 ihren höchsten Wert bis jetzt seit Eröffnung der Bahn (18. Dezember 1890) erreicht hat.

In dem Halbjahr sind 141408 Zugmeilen = 227525 Zugkilometer gefahren, was eine gesamte Zugzahl von 44876 ergiebt. Jeder dieser Züge ist demnach durchschnittlich mit 53 Reisenden besetzt gewesen, d. s. 53 pCt aller Sitzplätze, was immerhin als eine gute Platzausnutzung gelten darf. Auf jedes gefahrene Zugkilometer entfallen durchschnittlich 10,6 Reisende.

Die bei Aufstellung des Entwurfes seiner Zeit geschätzten Verkehrszahlen sind allerdings auch nicht annähernd erreicht worden. Man hatte damals geglaubt, bei einer Zugfolge von 2 Minuten und einem Fahrpreise von 1 Penny (8⅓ Pfg.) täglich auf mehr als 33000 Reisende im Durchschnitt rechnen zu können, also auf mehr als das doppelte der bisher thatsächlich erzielten Durchschnittszahlen. Zweifellos wird sich der Verkehr der Bahn in den nächsten Halbjahren immer mehr heben, wie ja auch jetzt bereits eine erheblich gröfsere Zahl von Zügen gefahren wird als in den ersten Betriebsmonaten. Hierzu kommt, dass auch anfangs mehrmals Betriebsstörungen einen Verkehrsausfall herbeigeführt haben. Nach dem amtlichen Bericht sind sie durch »Schäden an den Betriebsmitteln und durch ähnliche Ursachen« veranlasst, jedoch stets nach kurzer Zeit wieder behoben worden. Von Unglücksfällen ist die Bahn während jener Zeit verschont geblieben, sowohl hinsichtlich der Reisenden als auch der Bediensteten.

Die Gesamteinnahmen aus dem Personenverkehr und sonstigen Nebenquellen während jener 181 Betriebstage belaufen sich auf 19688 £ 2 s 4 d = rd. 393762 *M*[1]), und die gleichzeitigen Ausgaben auf 15520 £ 16 s 5 d = 310416 *M*, sodass ein Reinertrag von 83346 *M* verbleibt. Hiervon sind an Zinsen für einen Teil des Baukapitals 82756 *M* ausgezahlt worden, während der Rest von 590 *M* nebst einer aus dem Jahre 1890 übernommenen Summe von 10517 *M* auf das nächste Halbjahr vorgetragen ist.

Auf das Zugkilometer berechnet, sind durchschnittlich für jedes gefahrene km 1,73 *M* vereinnahmt und 1,36 *M* verausgabt, sodass ein Ueberschuss von 0,37 *M* für 1 km verbleibt. Jeder Zug hat sonach 1,87 *M* Reinertrag ergeben, was allerdings nicht viel ist. Die englischen Hauptbahnen vereinnahmten 1889 für jedes Zugkilometer 3,15 *M* und verausgabten 1,64 *M*, sodass für jedes gefahrene km ein Ueberschuss von 1,51 *M* sich ergiebt.

Anlagekosten.

Die gesamten Anlagekosten der Bahn einschl. ihrer Ausrüstung haben bis Ende v. J. rd. 845850 £ betragen oder, wenn 1850 £ für inzwischen wiederverkauftes Gelände in Abzug gebracht werden, 844000 £ = 16880000 *M*, wovon 722600 *M* auf die Beschaffung der Betriebsmittel entfallen. Da die Bahn 5,07 km lang ist, so belaufen sich die Baukosten einschliefslich des Elektrizitätswerkes, der Aufzugs- und Signalvorrichtungen usw., jedoch ohne die Betriebsmittel auf

3177700 *M* für 1 km,

während insgesamt durchschnittlich

3329300 *M* für 1 km

verausgabt sind. Dieser Betrag ist zwar wesentlich geringer als die bei den älteren Untergrundbahnen Londons und auch bei der Berliner Stadtbahn aufgewendeten Gesamtdurchschnittsbeträge; er hat aber nichtsdestoweniger auch nur eine sehr mäfsige Verzinsung im ersten Halbjahr eingetragen. Sie beträgt für das Jahr berechnet unter Einschluss der aus dem Vorjahr übernommenen Summe 1,1 pCt, ohne diese

0,98 pCt des Gesamtkapitals.

Das Kapital ist zu etwa ⅘ durch Ausgabe von Aktien und zu ⅕ durch 5 pCt-Anleihescheine beschafft worden. Letztere im Betrage von zusammen 3346000 *M* haben bis auf 590 *M* den erzielten Reingewinn verzehrt, sodass das Aktienkapital von mehr als 13 Millionen Mark unverzinst geblieben ist.

Nicht uninteressant ist ein Vergleich dieser Zahlen mit denjenigen der vorher aufgestellten Ertragsberechnung. Hier-

[1]) 1 £ = 20 *M*, 1 s = 1 *M*.

nach sollten sich die Baukosten (bei Seilbetrieb) auf rd. 11 Millionen Mark stellen, die jährlichen Einnahmen auf mehr als 1 Million Mark, die Ausgaben auf etwa 300000 Mark, sodass eine durchschnittliche Verzinsung von 6 bis 7 pCt sich ergeben hätte. Nun sind nicht nur die Baukosten, namentlich infolge des Durchfahrens der vorher nicht vermuteten wasserhaltigen Schichten, wesentlich höher ausgefallen und ist die Verkehrsstärke erheblich schwächer gewesen, sondern die Betriebskosten sind auch 2 mal so hoch, als vorher angenommen.

Betriebskosten.

Bei der allgemeinen Beachtung, welche die elektrische Untergrundbahn berechtigterweise gefunden hat, erscheint es angemessen, auf die Betriebsausgaben hier etwas näher einzugehen. Sie setzen sich für das erste Halbjahr aus folgenden Einzelposten zusammen:

1. Unterhaltung des Oberbaues und der baulichen Anlagen	7758,83 ℳ
2. Ausgaben für die Erzeugung der Betriebskraft sowie für die Unterhaltung und Bedienung der Lokomotiven	131743,33 »
3. Unterhaltung der Wagen	7197,66 »
4. Verkehrskosten einschl. 29204 ℳ für den Betrieb und die Unterhaltung der hydraulischen Aufzüge und Pumpenanlage	128159,83 »
5. allgemeine Unkosten (Gehälter der Direktoren, Bureaubeamten usw.)	29436,00 »
6. gesetzliche Abgaben (Law Charges)	941,66 »
7. sonstige Ausgaben (Rates and Taxes)	5179,08 »
zusammen rd.	310416 ℳ.

Den gröfsten Betrag unter diesen 7 Einzelsummen bilden die unter 2. aufgeführten Ausgaben für den eigentlichen elektrischen Betrieb; sie betragen 42,4 pCt der Gesamtsumme. Hiervon entfallen auf die Unterhaltung der 14 Lokomotiven 7462,83 ℳ, und zwar 3000 ℳ für Arbeitslöhne, 4462,83 ℳ für Materialien, während 68176,83 ℳ auf die übrigen mit der Erzeugung und Verwendung des elektrischen Stromes in Zusammenhang stehenden Gehälter und Löhne kommen und der Rest mit 56103,67 ℳ für Kohlen, Wasser, Oel usw. verausgabt worden ist, einschl. 1312 ℳ für anteilige Bureaukosten und allgemeine Verwaltung.

Bei Aufstellung des elektrischen Betriebsplanes hatte die Firma Mather & Platt in Manchester, wie in der Einleitung angegeben, geglaubt, die Zugmeile für $3^1/_2$ d = 18,1 Pfg. für 1 km leisten zu können; thatsächlich haben die gefahrenen 227525 km aber 131743,33 ℳ gekostet, d. s.

57,8 Pfg. für 1 km.

Die Direktoren der Untergrundbahn hoffen, die Betriebsausgaben verringern zu können, da bei der Neuheit der Anlage naturgemäfs manche Ausgaben erwachsen, die später bei einem gut eingearbeiteten Betriebe in Fortfall kommen. Eine derartige Verringerung ist allerdings für die Aktionäre auch wünschenswert, denn die Ausgaben betragen in der That nicht weniger als 78,8 pCt der Einnahmen, während sie nach Z. 1891 S. 1077 bei der Metropolitan-Bahn 42,8 pCt, bei der District-Bahn 49,1 pCt und durchschnittlich 52 pCt bei den englischen Hauptbahnen ausmachen (in Deutschland 54 pCt). Am meisten würden diese Kosten durch kräftige Hebung des Verkehrs vermindert werden. Dieses wird jetzt angestrebt durch eine schnellere Zugfolge sowie durch Verlängerung der Linie nach dem Süden (Clapham) und vielleicht demnächst auch nach dem Norden (Finsbury Park usw.). Ob es in gehoffter Weise gelingen wird, muss der Erfolg lehren.

Sind sonach die finanziellen Ergebnisse dieser Bahn auch noch nicht befriedigend, so ist sie es um so mehr in technischer Beziehung. Ihr Bau hat gelehrt, wie man auch in schwierigen Bodenarten und inmitten der Städte, ohne jegliche Belästigung des Strafsenverkehrs, Bahntunnel zur Ausführung bringen kann, während ihr Betrieb zeigt, welch' vorzügliche Betriebskraft sich in dem elektrischen Strome darbietet. Die Anlage ist bereits für die Entwürfe zu Stadtbahnen in verschiedenen Städten vorbildlich gewesen, so für die Central London-Bahn, ferner für ein Projekt in Paris und in New York, endlich für ein solches in Berlin. Der grofse St. Clair-Tunnel, vor allem aber der Hudson-Tunnel würden nicht so schnell und glücklich vollendet sein bezw. werden, wenn nicht Greathead bei der City and South London-Bahn sein eigenartiges Verfahren so erfolgreich durchgeführt hätte.

Vorschläge neuer Bahnen.

Welches Vertrauen das neue Tunnelbauverfahren und das neue Bahnsystem geniefsen, zeigt deutlich der Umstand, dass z. Z. nicht weniger als 6 Entwürfe elektrisch betriebener Untergrundbahnen in London aufgetaucht sind, die sämtlich nach Art der City and South London Railway hergestellt werden sollen.

In Fig. 156 sind diese Linien angegeben. Die wichtigste ist die Central London Railway, welche schon 1888 im Parlamente eingebracht, aber damals, ebenso auch in dem darauf folgenden Jahre, abgelehnt wurde. Nachdem aber der Betrieb der City and South London-Bahn die Vorzüge dieses Bahnsystems gegenüber den älteren Untergrundlinien dargethan hatte, wurde die Vorlage im vorigen Jahre genehmigt.

Die neue Bahn, deren Bau in kurzem in Angriff genommen und in 2 Jahren fertig gestellt werden soll, beginnt in der City neben der Börse und gegenüber der Bank von England, also an einer Stelle des gröfsten Verkehrs. Sie durchzieht nach Untertunnelung der Cheapside und Newgate Street in fast gerader Linie die Stadt, und zwar unter einer der Hauptverkehrsadern (Holborn und Oxford Street), für die in früheren Jahren wiederholt schon eine Bahnlinie geplant war, und endet in Shepherd's Bush unweit der am Mittelring gelegenen Uxbridge-Station, wo auch das Elektrizitätswerk errichtet werden wird. Sie bildet so dem elliptischen Innenringe der älteren Stadtbahn eine gröfsere Achse. Ihre Länge ist ungefähr 9,5 km, und 13 Stationen sollen angeschlossen werden, deren mittlere Entfernung rd. 800 m beträgt, also genau so viel wie bei den 27 Stationen des 20,8 km langen Innenringes. Die Lage der zu errichtenden Stationen ist recht günstig, gröfstenteils in überaus verkehrreichen Bezirken, sodass der Bahn zweifellos ein bedeutender Verkehr zufallen wird, der sich nicht, wie bei der City and South London-Bahn, vorzugsweise auf die Morgen- und Abendstunden erstrecken, sondern über die gesamte Geschäftszeit verteilen wird.

Interessant sind einige Zahlen über den Verkehr in den Strafsen über dieser Zentralbahn und den in jene einmündenden Seitenstrafsen; sie sind vor 2 Jahren von der Baugesellschaft ermittelt und haben dazu gedient, das öffentliche Bedürfnis für diese Linie, das bei Einbringung einer Vorlage dem Parlament stets nachgewiesen werden muss, zu begründen. Hiernach passirten von 8 Uhr morgens bis 8 Uhr abends

	Wagen	Fufsgänger
Cheapside	11558	72645
Foster's Lane	13316	96228
Holborn Bars	14301	59455

usw.

Diese Zahlen beweisen hinreichend das Bedürfnis nach weiteren Verkehrsmitteln, abgesehen davon, dass erfahrungsgemäfs Verkehrserleichterungen den Verkehr steigern [1]).

Der Bau der Zentralbahn soll genau wie bei der schon besprochenen Linie ausgeführt werden, also mit 2 eisenverkleideten, kreisrunden Tunneln und in einer mittleren Tiefe von 50' = 15 m unter Strafsenpflaster. Zahlreiche Bohrungen sind bereits gemacht, um die genaue Lage der Thonschichten

[1]) Dieses zeigt sich auch deutlich in Berlin. Während nach Abschnitt I S. 1 die Zahl der im Betriebsjahre 1886/87 auf der Berliner Stadtbahn usw. verabfolgten Fahrkarten für den Stadt-, Ring- und Vorortverkehr ausschl. Fernverkehr sich auf 17360262 belief, ist diese Zahl nach dem Archiv für Eisenbahnwesen 1891 S. 1120 im Betriebsjahre 1890/91 auf 31335901 gestiegen einschl. 21620 Zeit- und 1050463 Arbeiterkarten. Ebenso ist der Verkehr der Berliner Pferdebahnen stetig gewachsen. Die Grofse Berliner Pferdebahn hat nach S. 2 im Jahre 1888 insgesamt 102150000 Personen befördert, im Jahre 1890, nach weiterem Ausbau ihres Netzes, rd. 121 Millionen.

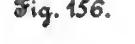


Fig. 156.

Projektirte elektrische Untergrundbahnen
in
London.

Zeichen-Erklärung:

Central London-Bahn ———— Projektirte Verlängerung derselben —·· —·· — City and South London-Bahn —·—·—
Projektirte Bahnen — — — —

zu ermitteln, durch welche die Tunnel getrieben werden sollen. Der Durchmesser der Röhren wird 3500 mm betragen. Aufzüge und Treppenanlagen werden den Zugang zu den Bahnsteigen herstellen, elektrischer Strom wird sowohl die Betriebskraft bilden als auch die Stationen und die Züge erleuchten. Als Zugfolge sind nach den mir seitens der Bahngesellschaft gewordenen Mitteilungen in der ersten Zeit drei Minuten in Aussicht genommen, später nach Hebung des Verkehrs zwei. Die ganze Strecke soll einschl. aller Stationsaufenthalte in 25 Minuten zurückgelegt werden, was einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 24 km i. d. Std. entspricht, also wie bei der City and South London-Bahn. Es ist beabsichtigt, in den einzelnen Zügen eine erheblich gröfsere Zahl von Sitzplätzen zu führen, als dies auf der letzteren Bahn der Fall ist; das gröfsere Zuggewicht bedingt die Verwendung leistungsfähigerer elektrischer Lokomotiven.

Leiter des Baues wird wieder Greathead sein, der inzwischen im vorigen Jahre die elektrische Hochbahn in Liverpool erbaut hat. Sir John Fowler und Sir Benjamin Baker werden auch hier als beratende Ingenieure der Baugesellschaft zur Seite stehen. Letztere ist durch Parlamentsakte ermächtigt, ein Kapital bis zu 3600000 £ = 72 Millionen ℳ aufzunehmen. Sie wird in diesem Jahre eine Vorlage einbringen, um die Zentralbahn unter Broad Street her bis zu den einander benachbarten Kopfbahnhöfen Broad Street- und Liverpool Street-Station weiterführen zu können, vgl. Fig. 156. Beide Bahnhöfe, auf denen täglich über 95000 Personen zur City kommen[1]), sollen mit der zwischen ihnen zu errichtenden Untergrundstation durch Fufsgängertunnel verbunden werden.

Die City and South London-Bahn strebt eine Verlängerung nach dem Norden, nach Finsbury Park, an mit einer nordwestlichen Abzweigung nach The Angle; auch eine zweite Untertunnelung der Themse, und zwar auf der flussabwärts gelegenen Seite der London-Brücke, ist im Anschluss hieran beabsichtigt. Im vorigen Jahre ist ihr allerdings die nachgesuchte Erweiterung nach dem nordwestlichen Stadtteil Islington vom Parlament abgeschlagen worden, hauptsächlich aus dem Grunde, weil hierbei die Reisenden beim Uebergang von der älteren Linie auf die neue und umgekehrt in der City-Station hätten umsteigen müssen. Dieser Uebelstand soll nun durch eine bereits auf dem Südufer der Themse (unter Borough High Street) erfolgende Abzweigung der neuen Strecke vermieden werden, woselbst auch ein Anschluss an den Hauptbahnhof London Bridge mittels eines Fufsgängertunnels hergestellt werden soll; ein gleicher Tunnel wird der City-Station unmittelbaren Zugang zum Innenring (in Monument) verschaffen.

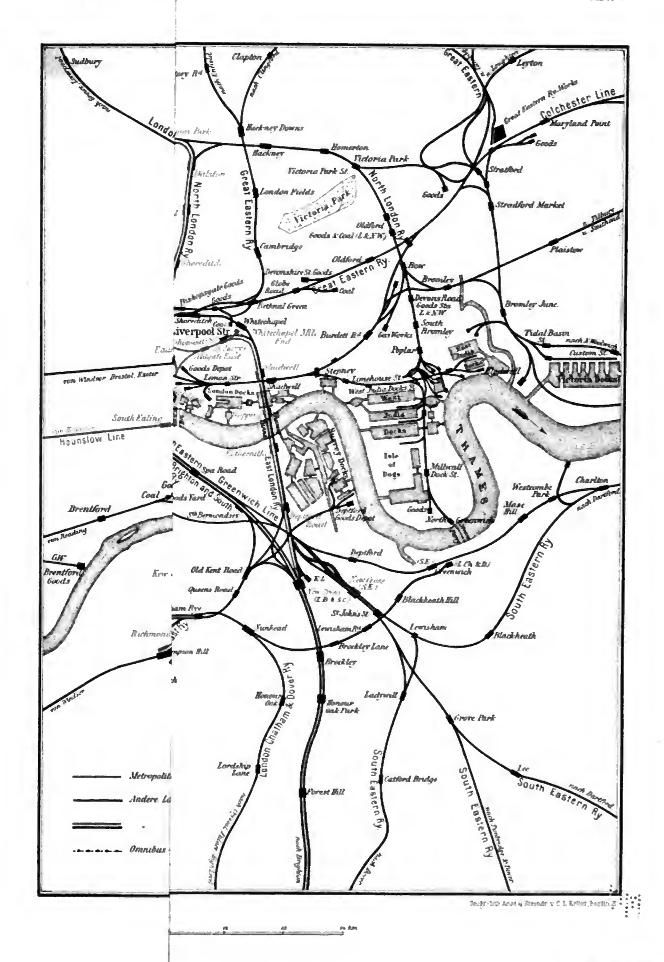
Auch die Great Northern-Bahn beabsichtigt, ihrer Stammlinie durch eine elektrische Untergrundbahn nach Finsbury Pavement hin eine neue Verkehrsquelle zu erschliefsen.

Unter den übrigen Entwürfen, von denen einer eine Bahn von dem grofsen Kopfbahnhofe Charing Cross, in dessen Nähe zahlreiche Omnibuslinien auslaufen, nach der nördlichen Vorstadt Hampstead, ein anderer eine Linie von dem Waterloo-Bahnhof südlich der Themse, unter dieser her nach Regent's Park und dann weiter westlich bis zur St. John's Wood Line[1]) behandelt, verdient in technischer Beziehung die meiste Beachtung der zuletzt noch zu nennende, wonach eine Linie von der erwähnten Waterloo-Station aus in nordöstlicher Richtung unter der Themse her bis in die Nähe des westlichen Endpunktes der Zentralbahn geführt werden soll. Diese Bahn würde nach Fig. 156 von Blackfriars bis zur Mansion House-Station unter demselben Strafsenzug hergehen, unter welchem bereits die District-Bahn verlegt ist. Wie Fig. 26 im Abschnitt II zeigt, liegt aber unter dieser wieder streckenweise ein $2^1/_2$ m grofser Abzugskanal, sodass, wenn die elektrische Bahn hier zur Ausführung gelangen sollte, die Ingenieurkunst eine interessante Aufgabe zu lösen haben wird.

[1]) S. 79.

[1]) S. 3.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 45-46.



Druck u. lith. Anst. u. Steindr. v. C. L. Keller, Berlin

